

## 特許協力条約

c)



発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

古谷 史旺

殿

あて名

〒160-0023

東京都新宿区西新宿1丁目19番5号 第2  
明宝ビル9階 古谷国際特許事務所

P C T

国際出願番号及び  
国際出願日の通知書(法施行規則第22条、第23条)  
〔PCT規則20.5(c)〕

PCT/JP99/06447

RO105

発送日（日、月、年）

30.11.99

出願人又は代理人

の書類記号 9902105

重 要 な 通 知

国際出願番号

PCT/JP99/06447

国際出願日（日、月、年）

18.11.99

優先日（日、月、年）

出願人（氏名又は名称）

富士通株式会社

1. この国際出願は、上記の国際出願番号及び国際出願日が付与されたことを通知する。

記録原本は、30日11月99年に国際事務局に送付した。

## 注 意

- a. 国際出願番号は、特許協力条約を表示する「PCT」の文字、斜線、受理官庁を表示する2文字コード（日本の場合JP）、西暦年の最後から2桁の数字、斜線、及び5桁の数字からなっています。
- b. 国際出願日は、「特許協力条約に基づく国際出願に関する法律」第4条第1項の要件を満たした国際出願に付与されます。
- c. あて名等を変更したときは、速やかにあて名の変更届等を提出して下さい。
- d. 電子計算機による漢字処理のため、漢字の一部を当用漢字、又は、仮名に置き換えて表現してある場合もありますので御了承下さい。
- e. この通知に記載された出願人のあて名、氏名（名称）に誤りがあるときは申出により訂正します。
- f. 国際事務局は、受理官庁から記録原本を受領した場合には、出願人にその旨を速やかに通知（様式PCT/IB/301）する。記録原本を優先日から14箇月が満了しても受領していないときは、国際事務局は出願人にその旨を通知する。〔PCT規則22.1(c)〕

名称及びあて名

日本国特許庁（RO/JP）

郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308

日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

様式PCT/RO/105（1998年7月）

権限のある職員

特 許 庁 長 官



1/4

9902105

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年11月18日（18.11.1999）木曜日 13時11分30秒

|        |   |   |
|--------|---|---|
| 0      | 受理官庁記入欄<br>国際出願番号.  |   |
| 0-1    |   |   |
| 0-2    | 国際出願日   |   |
| 0-3    | (受付印)   |   |
| 0-4    | 様式-PCT/RO/101<br>この特許協力条約に基づく国際<br>出願願書は、<br>右記によって作成された。 | PCT-EASY Version 2.90<br>(updated 15.10.1999)                                       |
| 0-4-1  |   |   |
| 0-5    | 申立て<br>出願人は、この国際出願が特許<br>協力条約に従って処理されるこ<br>とを請求する。        |   |
| 0-6    | 出願人によって指定された受理<br>官庁                                      | 日本国特許庁 (RO/JP)  |
| 0-7    | 出願人又は代理人の書類記号   | 9902105   |
| I      | 発明の名称   | 色変換テーブル作成方法および色変換テーブル作成装<br>置ならびに色変換テーブル作成プログラムを記録した<br>記憶媒体                        |
| II     | 出願人   | 出願人である (applicant only)   |
| II-1   | この欄に記載した者は  | 米国を除くすべての指定国 (all designated States<br>except US)                                   |
| II-2   | 右の指定国についての出願人で<br>ある。                                     |   |
| II-4Ja | 名称  | 富士通株式会社   |
| II-4en | Name  | FUJITSU LIMITED   |
| II-5Ja | あて名:  | 211-8588 日本国<br>神奈川県 川崎市中原区上小田中<br>4丁目1番1号  |
| II-5en | Address:  | 1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku,<br>Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588<br>Japan |
| II-6   | 国籍 (国名)   | 日本国 JP  |
| II-7   | 住所 (国名)   | 日本国 JP  |
| II-8   | 電話番号  | 81-44-754-3035  |
| II-9   | ファクシミリ番号  | 81-44-754-3563  |

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 1999年11月18日 (18.11.1999) 木曜日 13時11分30秒

|           |   |  |
|-----------|---|--|
| III-1     | その他の出願人又は発明者<br>この欄に記載した者は<br>右の指定国についての出願人である。 | 出願人及び発明者である (applicant and inventor)<br>米国のみ (US only)   |
| III-1-1   |   |  |
| III-1-2   |   |  |
| III-1-4ja | 氏名(姓名)  | 小田切 淳一   |
| III-1-4en | Name (LAST, First)                              | ODAGIRI, Junichi   |
| III-1-5ja | あて名:  | 211-8588 日本国<br>神奈川県 川崎市中原区上小田中<br>4丁目1番1号<br>富士通株式会社内   |
| III-1-5en | Address:  | C/O FUJITSU LIMITED<br>1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku,<br>Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588<br>Japan |
| III-1-6   | 国籍(国名)  | 日本国 JP   |
| III-1-7   | 住所(国名)  | 日本国 JP   |
| III-2     | その他の出願人又は発明者<br>この欄に記載した者は<br>右の指定国についての出願人である。 | 出願人及び発明者である (applicant and inventor)<br>米国のみ (US only)   |
| III-2-1   |   |  |
| III-2-2   |   |  |
| III-2-4ja | 氏名(姓名)  | 臼井 信昭  |
| III-2-4en | Name (LAST, First)                              | USUI, Nobuaki  |
| III-2-5ja | あて名:  | 211-8588 日本国<br>神奈川県 川崎市中原区上小田中<br>4丁目1番1号<br>富士通株式会社内   |
| III-2-5en | Address:  | C/O FUJITSU LIMITED<br>1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku,<br>Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588<br>Japan |
| III-2-6   | 国籍(国名)  | 日本国 JP   |
| III-2-7   | 住所(国名)  | 日本国 JP   |
| III-3     | その他の出願人又は発明者<br>この欄に記載した者は<br>右の指定国についての出願人である。 | 出願人及び発明者である (applicant and inventor)<br>米国のみ (US only)   |
| III-3-1   |   |  |
| III-3-2   |   |  |
| III-3-4ja | 氏名(姓名)  | 鈴木 祥治  |
| III-3-4en | Name (LAST, First)                              | SUZUKI, Shoji  |
| III-3-5ja | あて名:  | 211-8588 日本国<br>神奈川県 川崎市中原区上小田中<br>4丁目1番1号<br>富士通株式会社内   |
| III-3-5en | Address:  | C/O FUJITSU LIMITED<br>1-1, Kamikodanaka 4-chome, Nakahara-ku,<br>Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588<br>Japan |
| III-3-6   | 国籍(国名)  | 日本国 JP   |
| III-3-7   | 住所(国名)  | 日本国 JP   |

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 1999年11月18日 (18.11.1999) 木曜日 13時11分30秒

|          |   |  |             |
|----------|---|--|-------------|
| IV-1     | 代理人又は共通の代表者、通知のあて名<br>下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。   | 代理人 (agent)  |             |
| IV-1-1ja | 氏名(姓名)  | 古谷 史旺  |             |
| IV-1-1en | Name (LAST, First)  | FURUYA, Fumio  |             |
| IV-1-2ja | あて名:  | 160-0023 日本国<br>東京都 新宿区<br>西新宿1丁目19番5号<br>第2明宝ビル9階   |             |
| IV-1-2en | Address:  | Dai2 Meiho Bldg., 9th Floor,<br>19-5, Nishishinjuku 1-chome,<br>Shinjuku-ku, Tokyo 160-0023<br>Japan |             |
| IV-1-3   | 電話番号  | 81-3-3343-2901   |             |
| IV-1-4   | ファクシミリ番号  | 81-3-3343-2907   |             |
| IV-1-5   | 電子メール   | furuya@ss.ij4u.or.jp   |             |
| V        | 国の指定  |  |             |
| V-1      | 広域特許<br>(他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)   | EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU<br>MC NL PT SE<br>及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国      |             |
| V-2      | 国内特許<br>(他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)   | JP US  |             |
| V-5      | 指定の確認の宣言<br>出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。 |  |             |
| V-6      | 指定の確認から除かれる国  | なし (NONE)  |             |
| VI       | 優先権主張   | なし (NONE)  |             |
| VII-1    | 特定された国際調査機関(ISA)  | 日本国特許庁 (ISA/JP)  |             |
| VIII     | 照合欄   | 用紙の枚数  | 添付された電子データ  |
| VIII-1   | 願書  | 4  | -           |
| VIII-2   | 明細書   | 34   | -           |
| VIII-3   | 請求の範囲   | 7  | -           |
| VIII-4   | 要約  | 1  | 9902105.txt |
| VIII-5   | 図面  | 18   | -           |
| VIII-7   | 合計  | 64   |             |

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年11月18日（18.11.1999）木曜日 13時11分30秒

|         | 添付書類            | 添付                      | 添付された電子データ |
|---------|-----------------|-------------------------|------------|
| VIII-8  | 手数料計算用紙         | ✓                       | -          |
| VIII-9  | 別個の記名押印された委任状   | ✓                       | -          |
| VIII-10 | 包括委任状の写し        | ✓                       | -          |
| VIII-16 | PCT-EASYディスク    | -                       | フレキシブルディスク |
| VIII-17 | その他             | 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 | -          |
| VIII-17 | その他             | 国際事務局の口座への振込を証明する書面     | -          |
| VIII-18 | 要約書とともに提示する図の番号 | 1                       |            |
| VIII-19 | 国際出願の使用言語名:     | 日本語 (Japanese)          |            |
| IX-1    | 提出者の記名押印        |                         |            |
| IX-1-1  | 氏名(姓名)          | 古谷 史旺                   |            |

## 受理官庁記入欄

|        |  |        |
|--------|--|--------|
| 10-1   | 国際出願として提出された書類の実際の受理の日                                   |        |
| 10-2   | 図面:  |        |
| 10-2-1 | 受理された  |        |
| 10-2-2 | 不足図面がある  |        |
| 10-3   | 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であつてその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日） |        |
| 10-4   | 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日                          |        |
| 10-5   | 出願人により特定された国際調査機関  | ISA/JP |
| 10-6   | 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない                         |        |

## 国際事務局記入欄

|      |           |  |
|------|-----------|--|
| 11-1 | 記録原本の受理の日 |  |
|------|-----------|--|

## 明 細 書

色変換テーブル作成方法および色変換テーブル作成装置ならびに  
色変換テーブル作成プログラムを記録した記憶媒体

5

本発明の背景技術分野

10 本発明は、イメージスキャナなどの色入力装置の特性を含んだ色  
信号を異なる色空間における色度座標に相当する色信号に変換する  
ために用いられる色変換テーブルを作成する方法およびこの方法を  
用いた色変換テーブル作成装置ならびに、色変換テーブル作成プロ  
グラムを記録した記憶媒体に関するものである。

15 イメージスキャナなどの色入力装置によって原稿上の画像を読み  
取った際に、各画素に対応する色信号は、コンピュータなどによる  
画像処理の際に便利な表色系において同等の色を表す色度座標に変  
換される場合がある。

20 このとき、例えば、RGB表色系から $L^*a^*b^*$ 表色系への色変  
換テーブルとして、色入力装置の入力特性を補正する作用を持つ色  
変換テーブルを用意すれば、この色変換テーブルによる変換処理に  
より、各画素の絶対的な色を示す色度座標を得ることができる。

背景技術

25 International Color Consortium(ICC)は、機器依存の色空間と絶  
対的な色空間との対応関係を示すプロファイルによって、イメージ  
スキャナなどの色入力装置およびプリンタなどの出力装置について  
の機器特性を表すことを提唱している。

このプロファイルは、上述した色変換テーブルの一例であり、例  
えば、イメージスキャナの入力特性を示すプロファイルは、RGB  
表色系における座標を示す色信号と $L^*a^*b^*$ 色空間における色

度座標との組合せ約 5000 対を集めて構成されている。

第 17 図に、色変換管理装置の構成例を示す。

第 17 図に示した色変換管理装置において、入力側色変換部 1 1 は、スキャナ用プロファイル格納部 1 2 に格納されたスキャナ用プロファイルに基づいて、イメージスキャナ(以下、スキャナと略称する)1 7 によって入力される色信号に対応する色度座標を求め、得られた色度座標を色度座標保持部 1 3 に保持して、画像処理部 1 4 による処理に供している。

一方、出力側色変換部 1 5 は、ディスプレイ用プロファイル格納部 1 6 に格納されたディスプレイ用プロファイルを用いて、上述した色度座標保持部 1 3 に保持された色度座標を再び色信号に変換し、C R T ディスプレイ装置 1 8 (図においては、C R T として略記した)による表示処理に供している。

このような色変換管理装置を用いて、入力側装置に応じたプロファイルおよび出力側装置に応じたプロファイルを利用して色変換処理を行うことにより、スキャナ 1 7 の入力特性や C R T ディスプレイ装置 1 8 の出力特性にかかわらず、原稿の色を忠実に C R T ディスプレイ装置 1 8 を介して再現することができる。

上述したスキャナ用プロファイルやディスプレイ用プロファイルは、従来は、次のような手順で作成されている。

例えば、スキャナのプロファイルを作成する場合は、まず、対象となるスキャナを用いて、I S O によって規定された標準色票を読み込み、この色票上の各領域からの 3 原色成分についての反射光強度を示す色信号( $P_1 \sim P_n$ )を得る。

次に、測色機などを用いて、上述した色票上の各領域における絶対色を示す色度座標( $C_1 \sim C_n$ )を計測し、第 18 図に示すように、これらの色度座標と該当する領域に対応する色信号とを対応付けることにより、プロファイルの基礎となる対応関係を得ている。

その後、この基礎となる対応関係に基づいて、補完演算処理を行

うことにより、RGB空間において均一に分布する格子点に相当する色信号とこの色信号が対応するべき絶対色を $L^*a^*b^*$ 空間において示す色度座標との対応関係を求め、プロファイルを作成している。

- 5 従来は、スキャナのプロファイルを作成するたびに、標準色票上に表現された288色について上述したような計測作業を行い、得られた288対の対応関係に基づいて補間演算処理を行って、5000対の対応関係を求めている。

10 この補間演算処理に関する技術としては、例えば、特開平7-307872号公報で開示されているように、測定値として得られた対応関係に基づいて、線形補完処理によって多数の対応関係を作成する技法などが提案されている。

15 その一方、測定結果として得られた対応関係に基づいて、スキャナの分光特性を推定し、得られた分光特性を利用して、プロファイルを構成する対応関係を得る方法も提案されている。

20 スキャナなどの色入力装置による入力特性を推定する技術としては、例えば、特開平6-46252号公報で開示されているように、最小二乗法を用いて、測定値に基づいて導いた連立方程式を解くことにより、分光特性を推定する技法などさまざまな技法が提案されている。

25 しかしながら、基本となる対応関係を補間してプロファイルを作成する場合においても、測定結果から推定した分光特性に基づいてプロファイルを作成する場合においても、多数の色サンプルの色を測定する作業および対象となる色入力装置によって多数の色サンプルを読み取る作業が必要であることには変わりはない。

そして、この作業は、人手を介さざるを得ない作業であり、また、プロファイル作成作業において非常に大きな比重を占めており、プロファイルを作成するたびに費やされている。

### 発明の開示

本発明の主たる目的は、少数の色サンプルからなるサンプルセットについて得られた測定結果に基づいて、色入力装置に依存する色空間において所望の分布で分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を所望の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成する技術を提供し、色サンプルの分光反射率を測定する作業および色サンプルを評価対象のスキナによって読み取る作業を大幅に削減し、色変換テーブルを作成する作業全体としての作業負担を格段に軽減することである。

また、本発明の従たる目的の一つは、多数の色サンプルの中から有用な色サンプルからなるサンプルセットを抽出する技術を提供し、色入力装置の分光入力特性を推定する際の推定精度を向上することである。

また、本発明の2つ目の従たる目的は、抽出されたサンプルセットについて得られた測定データに基づいて、色入力装置の分光入力特性を精密に推定する技術を提供し、測定対象とした色サンプル数の削減にかかわらず、分光入力特性の推定誤精度を維持し、最終的に得るべき色変換テーブルの精度を向上することである。

そして、本発明の3つ目の従たる目的は、推定された分光入力特性を用いて、色信号と色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成する技術を提供し、高精度な色変換テーブルを得ることである。

上述した主たる目的は、第1図に示すように、十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルを選択し、選択した色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定し、選択した色サンプルそれぞれの色を色入力装置に依存する色空間において表す色信号を入力し、選択した色サンプルについて得られた分光反射率と色信号とに基づいて、色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光入力特性

を推定し、推定された分光入力特性に基づいて、色入力装置に依存する色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成することによって達成される。

- 5 上述した主たる目的は、第2図に示すように、十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルからなるサンプルセットを選択する選択手段と、選択手段による選択結果に応じて、サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定する測定手段と、選択手段による選択結果に応じて、サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれの色を色入力装置に依存する色空間において表す色信号を入力する入力手段と、サンプルセットに含まれる各色サンプルについて得られた分光反射率データと色信号とに基づいて、色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光入力特性を推定する推定手段と、推定された分光入力特性に基づいて、色入力装置に依存する色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成するテーブル作成手段とを備えた色変換
- 10
- 15

- 20 本発明の色変換テーブル作成方法または本発明の色変換テーブル作成装置によると、選択された色サンプルについて測定された分光反射率と色信号とに基づいて、所望の色変換テーブルを作成することが可能となるので、測色機によって色を測定する作業および色入力装置によって色サンプルを読み込む作業を大幅に削減することが
- 25
- できる。

また、上述したサンプルセットを構成する色サンプルを選択する作業により、色変換テーブルを作成する時点にかかわらず利用可能なサンプルセットを選択することが可能であるから、このようなサンプルセットを選択する作業を対象となる色入力装置について一度

だけ実行すれば、同一のサンプルセットについての測定結果に基づいて、何度でも色変換テーブルを作成することができる。

一方、上述した従たる目的の一つは、本発明の色変換テーブル作成装置が、十分な数の色サンプルから所定の数の色サンプルを抽出する第1抽出手段と、抽出された色サンプルからなるサンプルセットについて、評価対象である分光入力特性を表す各特性値に対応する成分相互の独立性を評価するための評価指標を算出する評価指標算出手段と、この評価指標の値によって、サンプルセットに含まれる各色サンプルが十分に高い独立性を持つことが示された場合に、このサンプルセットを選択結果として出力する出力手段と、上述した評価指標の値によってサンプルセットに含まれる各色サンプルが持つ独立性が十分でないことが示された場合に、第1抽出手段に対してサンプルセットの再び選択する旨を指示する繰り返し手段とを備えた選択手段を具備することによって達成される。

15 本発明の色変換装置によれば、評価指標算出手段によって得られた評価指標の値に応じて、調整手段が第1抽出手段による抽出動作を制御することにより、色サンプルの集まりとしてのサンプルセットを最適化し、適切な特徴を有する色サンプルからなるサンプルセットを後段の処理に提供することができる。

20 また、上述した従たる目的の一つは、本発明の色変換テーブル作成装置が、十分な数の色サンプルそれぞれについて、その色相を評価する色相評価手段と、この評価結果に基づいて、色相に関する評価値が一様に分布する一群の色サンプルを抽出する第2抽出手段とを備えた選択手段を具備することによって達成される。

25 本発明の色変換テーブル作成装置によれば、色相値に基づいて色サンプルを選択することにより、分光入力特性を推定するための測定データとして有用性の高い色サンプルを選択することができ、推定精度の向上に寄与すると考えられる。

なぜなら、このようにして得られたサンプルセットについて得ら

れる分光反射率データのセットは、それぞれ大きく異なる特徴を備えていると考えられ、色入力装置の分光入力特性を表す各特性値に対応する成分相互に関する独立性が高いと期待できるからである。

5 また、上述した従たる目的の一つは、本発明の色変換テーブル作成装置が、十分な数の色サンプルそれぞれについて、その彩度を評価する彩度評価手段と、彩度が高いと評価された一群の色サンプルを抽出する第3抽出手段とを備えた選択手段を具備することによって達成される。

10 本発明の色変換テーブル作成装置によれば、彩度に基づいて色サンプルを選択することにより、分光入力特性を推定するための測定データとして有用性の高い色サンプルを選択することができ、分光入力特性の推定精度を向上することができる。

15 なぜなら、このようにして得られたサンプルセットについて得られる分光反射率データのセットは、それぞれ持っている特徴が顕著に表れていると考えられ、色入力装置の分光入力特性を表す各特性値に対応する成分相互に関する独立性が高いと期待できるからである。

20 また、上述した第2の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、得られた連立方程式について、複数の1次スプライン関数の線形和によって分光入力特性を表すモデルを適用した変形を行う変形手段と、変形された連立方程式を解析し、複数のスプライン関数についての重みを算出する第1解析手段とを備えた推定手段を具備することによって達成される。

25 本発明の色変換テーブル作成装置によれば、分光反射率を測定する波長のサンプルの数よりも少ない数の色サンプルについて得られた分光反射率データおよび色信号に基づいて、上述した波長についてのサンプル点ごとに分光入力特性を精密に推定することができる。

なぜなら、第1解析手段において算出すべき重みの数は、上述した分光入力特性を表すモデルに用いられたスプライン関数の数によって決まり、このスプライン関数の数は、分光反射率を測定する波長のサンプル数とは独立に決定することが可能だからである。

- 5      また、上述した第2の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、連立方程式に対して特異値解析の手法を適用して、適切な主成分ベクトルに対応する重みを算出する特異値解析手段と、得られた重みと対応する主成分ベクトルとに基づいて、分光入力特性を求める特性算出手段とを備えた推定手段を具備することにより達成される。

- 15      本発明の色変換テーブル作成装置によれば、分光入力特性の推定に特異値解析手法を適用することにより、分光反射率を測定する波長のサンプルの数よりも少ない数の色サンプルについて得られた分光反射率データおよび色信号に基づいて、上述した波長についてのサンプル点ごとに分光入力特性を精密に推定することができる。

- 20      また、上述した第2の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、連立方程式に対して特異値解析の手法を適用して、適切な主成分ベクトルに対応する重みを算出する特異値解析手段と、得られた重みと対応する主成分ベクトルとに基づいて、前記分光入力特性を求める特性算出手段と、特異値解析手段によって算出された各主成分ベクトルの重みに基づいて、有用な主成分ベクトルのみを選択し、該当する主成分ベクトルおよび対応する重みを特性算出手段の処理に供するベクトル選択手段を備えた推定手段を具備することによって達成される。

25      本発明の色変換テーブル作成装置によれば、ベクトル選択手段によって、有用な主成分ベクトルのみを選択することにより、分光反

射率データおよび色信号に含まれるノイズの影響を抑えることができるので、高い精度で分光入力特性を推定することが可能となる。

また、上述した第3の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれから所望の色空間における色度座標を求めて、色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えたテーブル作成手段を具備することにより達成される。

本発明の色変換テーブル作成装置によれば、所望の色信号に対応して想定した仮想的な色サンプルの集合について、色入力装置の分光入力特性を利用して分光反射率データを算出し、色度座標の算出処理に供することができるので、所望の分布を持つ一群の色信号と所望の色空間における色度座標との対応関係をほぼ均一な精度で求めることが可能である。

また、上述した第2の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、前記各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれから所望の色空間における色度座標を求めて、色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えたテーブル作成手段を具備しており、このテーブル作成手段が、任意の色サンプルによる分光反射率を決定する主成分ベクトルを入力する主

成分入力手段と、主成分ベクトルと分光入力特性とに基づいて、所望の分布を持つ一群の色信号それぞれに対応する仮想的な色サンプルの分光反射率データを与えるために主成分ベクトルにかけるべき重みを算出する重み算出手段と、重み算出手段によって得られた重みと主成分ベクトルとから仮想的な色サンプルそれぞれの分光反射率データを求める第1反射率算出手段と、得られた分光反射率データの集合に含まれている負の値を零とする補正を行う反射率補正手段とを備えたサンプル作成手段を具備することにより達成される。

10 本発明の色変換テーブル作成装置によれば、色サンプルによる反射率を決定する要因である主成分ベクトルを利用して、任意の色信号と分光入力特性とに基づいて仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを求める処理を単純な行列演算に置き換えることができる。また、この行列演算で得られた分光反射率データに対して、  
15 上述した補正を行うことにより、ノイズの影響を排除して、現実的な色度座標を得ることができる。

また、上述した第3の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、  
20 推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれから所望の色空間における色度座標を求めて、色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えたテーブル  
25 作成手段を具備し、このテーブル作成手段が、任意の色信号とこの色信号を与える仮想的な色サンプルの分光反射率データとを結ぶモデルを表すモデル式を作成するモデル式作成手段と、モデル式において、色入力装置の分光入力特性を示す行列の一般逆行列を求める逆行列算出手段と、所望の分布を持つ一群の色信号と一般逆行列と

に基づいて、仮想的な色サンプルの分光反射率データを算出する第2反射率算出手段と、得られた分光反射率データの集合に含まれている負の値を零とする補正を行う反射率補正手段とを備えたサンプル作成手段を具備することにより達成される。

- 5 本発明の色変換テーブル作成装置によれば、上述したモデル式について、一般逆行列が求められているので、第2反射率算出手段により、所望の分布を持つ一群の色信号と一般逆行列との積を求めることにより、仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを求めることができる。また、この行列演算で得られた分光反射率データに対して、上述した補正を行うことにより、ノイズの影響を排除して、現実的な色度座標を得ることができる。

- 10 また、上述した第3の従たる目的は、本発明の色変換テーブル作成装置が、十分な数の相異なる色を示す色サンプルについての分光反射率データの集合を入力する反射率入力手段と、分光反射率データの集合に含まれる各要素と推定手段によって推定された分光入力特性とに基づいて、期待される色入力装置による入力データを示す色信号を算出する色信号算出手段と、得られた色信号の集合に含まれている負の値を零とする補正を行う色信号補正手段と、分光反射率データの集合に含まれる各要素について所望の色空間における色度座標を求める第2色度算出手段と、第2色度算出手段によってえられた色度座標の集合と、色信号補正手段によって得られた補正済みの色信号の集合との対応関係に基づいて、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号とこれらの色信号によって示されるべき色を前記所望の色度空間において示す色度座標との対応関係を求める対応関係算出手段とを備えたテーブル作成手段を具備することにより達成される。

本発明の色変換テーブル作成装置によれば、入力されたの分光反射率データと推定された分光入力特性とに基づいて、上述した多数の色サンプルを色入力装置によって読み取った場合と同等の色信号

を得ることができる。なぜなら、入力された分光反射率データは、多数の色サンプルに相当するものだからである。また、このようにして得られた色信号について、上述した補正処理を行うことにより、ノイズの影響を排除して、現実的な色信号を得ることができる。

- 5      このようにして、多数の対応関係を得た後に、公知技術を用いて補完処理を行えば、例えば、色入力装置に依存する色空間において、格子状に分布する色信号に対応する色度座標を高い精度で求めることが可能である。

- 10      また、上述した主たる目的は、十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルからなるサンプルセットを選択する選択手順と、選択手順においてえられた選択結果に応じて、サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定する測定手順と、選択手順においてえられた選択結果に応じて、前記サ  
15      ンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれの色を色入力装置に依存する色空間において表す色信号を入力する入力手順と、サンプルセットに含まれる各色サンプルについて得られた分光反射率データと色信号とに基づいて、色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光  
20      入力特性を推定する推定手順と、推定された分光入力特性に基づいて、前記色入力装置に依存する色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成するテーブル作成手順とをコンピュータに実行させるプログラムを記録した記憶媒体をコ  
25      ンピュータに読み取らせて実行することによって達成される。

- 25      本発明の色変換テーブルプログラムを記録した記憶媒体によれば、これらの手順をコンピュータに実行させることにより、本発明の色変換テーブル作成方法に従ってコンピュータを動作させ、少数の色サンプルからなるサンプルセットについての測定結果に基づいて、色入力装置の分光入力特性を精密に推定し、適切な色変換テーブル

を作成することができる。

本発明の色変換テーブル作成方法および色変換テーブル作成装置ならびに色変換テーブル作成プログラムを記録した記憶媒体は、スキャナのプロファイルに限らず、さまざまな色入力装置についての色変換テーブルを作成する作業に適用することができる。

また、上述した3つの従たる目的を達成するための主要な手段を自由に組み合わせて色変換テーブル作成装置を構成することが可能であり、その組み合わせにかかわらず、上述した主たる目的を達成することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の色変換テーブル作成方法の原理を示す図である。

第2図は、本発明の色変換テーブル作成装置の原理ブロック図である。

第3図は、本発明の色変換テーブル作成装置の実施例を示す図である。

第4図は、本発明の色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ図である。

第5図は、色サンプルを選択する動作を説明する図である。

第6図は、分光特性モデルを説明する図である。

第7図は、色サンプルの分光反射率データの例および分光入力特性の例を示す図である。

第8図は、サンプル作成部の詳細構成を示す図である。

第9図は、分光反射率データの補正を説明する図である。

第10図は、本発明の色変換テーブル作成装置の実施例2を示す図である。

第11図は、色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ図である。

第12図は、色サンプルを選択する動作を説明する図である。

第13図は、特異値解析部および第2サンプル作成部の詳細構成を示す図である。

第14図は、本発明の色変換テーブル作成装置の実施例3を示す図である。

5 第15図は、色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ図である。

第16図は、色変換テーブルを作成する動作を説明する図である。

第17図は、先行技術としての色変換管理装置の構成例を示す図である。

10 第18図は、RGB空間と $L^*a^*b^*$ 空間との対応関係を示す図である。

### 発明を実施するための最良の形態

#### 〔実施例1〕

15 第3図に、本発明の色変換テーブル作成装置の実施例を示す。また、第4図に、色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ図を示す。

20 第3図に示した色変換テーブル作成装置において、評価対象のスキヤナのプロファイルを作成する際には、測色機21によって得られた一群の分光反射率データは、測定制御部22を介してサンプル選択部23に渡され、これらの分光反射率データの中から適切な特徴を有するサンプルセットに対応する反射率データからなる反射率データセットが選択されて、分光特性推定部24に渡される。

25 この場合は、測色機21によって、例えば、標準色票を構成する各領域を色サンプル候補としてその分光反射率を測定し（第4図に示したステップS11）、サンプル選択部23に備えられた分光データ保持部31に保持し、色解析部32により、これらの分光反射率データに基づいて、該当する色サンプルの色相および彩度を評価し（第4図に示したステップS12）、この評価結果を抽出部33の処理に供すればよい。

ここで、標準色票は、十分な数の色サンプル候補を含んでいるか

ら、上述したようにして、測色機 2 1 によって標準色票を測定することによって得られた分光反射率データに基づいて、色解析部 3 2 が各色サンプル候補の色彩を評価することにより、請求の範囲 4 項で述べる色相評価手段および請求の範囲 5 項で述べる彩度評価手段 5 の機能が実現されている。

このとき、抽出部 3 3 は、例えば、マンセルの色相環において、第 5 図 (a) に示すように色サンプル候補が分布している場合に、抽出部 3 3 は、まず、彩度が高い色サンプル候補を抽出し、更に、選択した色サンプルが等色相間隔で分布するように、色サンプルを選択すればよい (第 4 図に示したステップ S 1 3、第 5 図 (b) 参照)。

このように、色解析部 3 2 による評価結果に基づいて、抽出部 3 3 が動作することにより、請求の範囲 4 項で述べる第 2 抽出手段および請求の範囲 5 項で述べる第 3 抽出手段として動作し、上述した色解析部 3 2 によって得られた評価結果に基づいて、適切な色サンプルからなるサンプルセットを抽出することができ、第 2 図に示した選択手段 1 1 の機能が果たされる。

また、このとき、抽出部 3 3 は、これらの色サンプルに対応する分光反射率データを分光データ保持部 3 1 から読み出して、分光特性推定部 2 4 に入力する (第 4 図に示したステップ S 1 4)。

このように、抽出部 3 3 が、分光データ保持部 3 2 に保持された分光反射率データを利用して反射率データセットを構成することにより、第 2 図に示した測定手段 1 2 と同等の機能を果たすことができる。

もちろん、例えば、色番号などによって色サンプル候補の色を特定できる場合は、色サンプル候補それぞれの色彩を示す評価値は一意に決まるから、この評価値に基づいて色サンプルを抽出すればよい。この場合は、抽出された色サンプルについてののみ、測色機 2 1 を用いて分光反射率データを測定し、分光特性推定部 2 4 の処理に

供すればよい。

このようにして抽出された各色サンプルを特定する情報からなるサンプルセット情報は、測定制御部22に渡され、この測定制御部22の内部に保持される。したがって、次に色変換テーブルを作成する際には、測定制御部22は、このサンプルセット情報に基づいて測色機21の動作を制御し、指定された色サンプルについての分光反射率のみを測定し、得られた分光反射率データを直接に分光特性推定部24に送出すればよい。

一方、スキャナ17によって標準色票を読み取って得られる一群の色信号は、読取データ保持部25に保持され、色信号入力部26により、これらの色信号の中から上述したサンプルセットに対応する色信号からなる色信号セットが選択的に分光特性推定部24に入力される(第4図のステップS15)。

このとき、色信号入力部26は、測定制御部22から上述したサンプルセット情報を受け取り、指定された色サンプルに対応する色信号を読取データ保持部25から読み出して、分光特性推定部24に入力すればよい。

このように、色信号入力部26が、測定制御部22からの指示に応じて動作することにより、第2図に示した入力手段の機能を果たすことができる。

上述した反射率データセットおよび色信号セットの入力に応じて、分光特性推定部24により、色信号を構成する各成分についてスキャナ17の分光入力特性を推定する処理が行われる。

ここで、j番目の色サンプルに対応する色信号の各成分( $R_j$ ,  $G_j$ ,  $B_j$ )は、この色サンプルの分光反射率 $R_{efj}(\lambda)$ と、スキャナ17において色サンプルを照明する光源の分光特性 $L(\lambda)$ と、スキャナ17に備えられた対応するセンサ $S_r$ ,  $S_g$ ,  $S_b$ の分光感度特性 $S_i(\lambda)$ ( $i = R, G, B$ )とを用いて、式1のように表される。

$$R_j = \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_n} L(\lambda) \cdot \text{Re } f_j(\lambda) \cdot S_R(\lambda)$$

$$G_j = \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_n} L(\lambda) \cdot \text{Re } f_j(\lambda) \cdot S_G(\lambda) \quad (\text{式 1})$$

$$B_j = \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_n} L(\lambda) \cdot \text{Re } f_j(\lambda) \cdot S_B(\lambda)$$

5 この場合に、スキャナ 17 の分光入力特性は、光源の分光特性  $L(\lambda)$  とセンサの分光感度特性  $S_i(\lambda)$  との積  $LS_i(\lambda)$  で表される。

したがって、光源の分光特性  $L(\lambda)$  が未知である場合は、 $j$  個の色サンプルについて得られた色信号および分光反射率データを上  
10 述した式 1 に代入し、RGB 成分についてそれぞれ得られる連立方程式を分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  について解けばよい。

ここで、それぞれピーク位置が異なる  $L$  個のスプライン関数  $C_k$  の線形和によって、分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  を表すモデルを適用する。

15 スプライン関数のセットとして、例えば、第 6 図に示すような 9 個の 1 次スプライン関数  $C_k (k=1 \sim 9)$  を用いた場合は、波長  $\lambda (\lambda = \lambda_1 \sim \lambda_n)$  について、RGB 成分それぞれに対応するスプライン関数の値を離散的に表したスプライン関数値  $C_k(i, \lambda) (i=R, G, B)$  と各スプライン関数にかけるべき重み  $W_{ik}$  を用いて、式 2  
20 に示すように、分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  を表すことができる。

$$\begin{pmatrix} LS_i(\lambda_1) \\ LS_i(\lambda_2) \\ \vdots \\ LS_i(\lambda_n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{1(i, \lambda_1)} & C_{2(i, \lambda_1)} & \cdots & C_{L(i, \lambda_1)} \\ C_{1(i, \lambda_2)} & C_{2(i, \lambda_2)} & \cdots & C_{L(i, \lambda_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1(i, \lambda_n)} & C_{2(i, \lambda_n)} & \cdots & C_{L(i, \lambda_n)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_{1i} \\ W_{2i} \\ \vdots \\ W_{Li} \end{pmatrix} \quad (\text{式 2})$$

したがって、第 3 図に示した連立方程式作成部 34 は、例えば、式 1 の R 成分に関する分光入力特性  $LS_R(\lambda)$  に式 2 を代入し、

式 3 に示すように、色信号の R 成分の値  $R_j$  と上述した 9 個のスプライン関数についての重み  $W_{jk}$  とを結ぶ連立方程式を作成し、第 3 図に示した最小二乗解析部 35 の処理に供すればよい(第 4 図ステップ S16)。

$$5 \quad \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_1(\lambda) \cdot C_{1(R, \lambda)} & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_1(\lambda) \cdot C_{2(R, \lambda)} & \cdots & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_1(\lambda) \cdot C_{9(R, \lambda)} \\ \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_2(\lambda) \cdot C_{1(R, \lambda)} & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_2(\lambda) \cdot C_{2(R, \lambda)} & \cdots & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_2(\lambda) \cdot C_{9(R, \lambda)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_n(\lambda) \cdot C_{1(R, \lambda)} & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_n(\lambda) \cdot C_{2(R, \lambda)} & \cdots & \sum_{\lambda=\lambda_1}^{\lambda_2} \text{Re } f_n(\lambda) \cdot C_{9(R, \lambda)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_{R1} \\ W_{R2} \\ \vdots \\ W_{R9} \end{pmatrix} \quad (\text{式 3})$$

この場合は、例えば、 $m$  個の色サンプルについて、波長 380 nm から波長 700 nm の区間について、10 nm 刻みで分光反射率を測定した反射率データセットと、これらの  $m$  個の色サンプルをスキャナ 17 で読み取って得られた  $m$  個の色信号(この場合は R 成分)とを式 3 に代入し、各スプライン関数についての重み  $W_{Rk}$  を求めることにより、分光反射率を測定した 36 個のサンプル波長について、スキャナ 17 の分光入力特性  $LS_R(\lambda)$  を求めることができる。

つまり、例えば、24 個の色サンプルについて得られた分光反射率データセットと色信号セットとに基づいて、色信号の各成分についての連立方程式からそれぞれ 9 個のスプライン関数の重みを求めることにより、波長 380 nm から波長 700 nm の区間において 10 nm 刻みで分布する 33 個のサンプル波長について、分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  の値を得ることができるから、分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  を精密に推定することができる。

この場合は、式 3 に示した連立方程式から求めるべき重みの数が少ないので、反射率データセットに対して期待できる程度に一次独立性を有する反射率データセットが得られれば、最小二乗解析部 35 によって、上述した連立方程式を解析することにより(第 4 図のステップ S17)、十分な精度で重み  $W_{jk}$  を求めることができる。

このようにして得られた重みに基づいて、第3図に示した特性算出部36は、色信号の各成分についての分光入力特性の値を上述したサンプル波長について離散的に求め、これらの離散的な値を適切な方法を用いて補完することにより、第7図(b)に示したように、  
5 各色成分についての滑らかな分光入力特性(図において、符号R, G, Bを付して示す)を推定すればよい(第4図のステップS18)。

つまり、上述したモデルを適用し、求めるべき変数の数を削減したことにより、少数の測定結果に基づいて、十分な数のサンプル波長について分光入力特性の値を求めることができ、これらの離散的な値に基づいて、第7図(b)に示したように、各色成分についての滑らかな分光入力特性(図において、符号R, G, Bを付して示す)を推定することができる。

このように、少数の測定結果に基づいて分光入力特性を推定可能としたことにより、もちろん、測色機によって各色サンプルについての分光反射率データを測定する作業負担を軽減することができる。  
15 更に、有用性の高い測定結果のみを分光入力特性の推定に利用することが可能となり、結果的に、分光入力特性の推定精度を向上することができる。

ここで、分光反射率データは、第7図(a)に示したように、広い波長範囲に渡ってなだらかに広がっているため、反射率データセットを構成する分光反射率データの数を増やそうとすれば、最小二乗解析部35の処理に供される連立方程式の一次独立性が極めて低くなることは明らかである。

したがって、上述したようにして、分光入力特性の推定に必要と  
25 される測定結果の数を削減したことは、現実の色サンプルの性質を考えれば、非常に有用である。

このようにして得られた分光入力特性に基づいて、第3図に示したプロファイル作成部27によりプロファイルが作成され、プロファイル格納部28に格納される。

このプロフィール作成部 27 において、格子データ算出部 37 は、請求の範囲 9 項で述べる色信号作成手段に相当するものであり、例えば、RGB 色空間において適切な間隔を持つ格子状に分布する N 個の色信号を作成し(第 4 図のステップ S19)、これらの色信号を順次にプロフィール格納部 28 に格納する。

この格子データ算出部 37 によって得られた色信号は、請求の範囲 9 項で述べるサンプル作成手段に相当する第 1 サンプル作成部 38 に渡され、この第 1 サンプル作成部 38 により、これらの色信号それぞれを与えるべき仮想的な色サンプルの分光反射率データが算出される。

また、第 3 図に示した色度座標算出部 39 は、請求の範囲 9 項で述べる色度算出手段に相当するものであり、上述した第 1 サンプル作成部 38 によって得られた分光反射率データに基づいて、例えば、 $L^*a^*b^*$  色空間において該当する色を示す色度座標を算出し、プロフィール格納部 28 の該当する色信号に対応して格納すればよい。

第 8 図に、プロフィール作成部の詳細構成を示す。

第 8 図に示した第 1 サンプル作成部 38 において、モデル式作成部 41 は、請求の範囲 11 項で述べるモデル式作成手段に相当するものであり、特性値算出部 36 から離散的な分光入力特性値  $LS_1(\lambda)(\lambda=\lambda_1 \sim \lambda_n)$  を受け取り、仮想の色サンプルについての分光反射率データ  $Ref(\lambda)(\lambda=\lambda_1 \sim \lambda_n)$  と、分光入力特性値  $LS_1(\lambda)$  を要素とする行列  $LS$  とを用いて、この色サンプルを読み取った際に得られるべき色信号 (R, G, B) を表すモデル式(下に示す式 4 参照)を作成する。

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = (LS) \cdot \begin{pmatrix} Ref(\lambda_1) \\ Ref(\lambda_2) \\ \vdots \\ Ref(\lambda_n) \end{pmatrix} \quad (式 4)$$

このモデル式の両辺に、行列  $LS$  の一般逆行列  $LS^+$  をかければ、

上述した式 4 を下に示す式 5 のように変形することができ、この式 5 を用いて、任意の色信号 (R, G, B) に対応する仮想的な色サンプルの分光反射率データ  $\text{Ref}(\lambda)$  を得られることは明らかである。

$$L S^+ \cdot \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = I \cdot \begin{pmatrix} \text{Ref}(\lambda_1) \\ \text{Ref}(\lambda_2) \\ \vdots \\ \text{Ref}(\lambda_n) \end{pmatrix} \quad (\text{式 5})$$

- 5      したがって、第 8 図に示した逆行列算出部 4 2 は、下に示す式 6 を用いて、分光入力特性を表す行列  $L S$  の一般逆行列  $L S^+$  を求めることにより、請求の範囲 1 1 項で述べた逆行列算出手段の機能を果たすことができる。

$$L S^+ = (L S^T \cdot L S)^{-1} \cdot L S^T \quad (\text{式 6})$$

- 10      また、図 8 に示した反射率算出部 4 3 は、請求の範囲 1 1 項で述べる第 2 反射率算出手段に相当するものであり、この反射率算出部 4 3 により、格子データ算出部 3 7 から受け取った色信号 ( $R_J, G_J, B_J$ ) ( $J=1 \sim N$ ) が上に示した式 5 に順次に代入され、これらの色信号に対応する分光反射率データ  $\text{Ref}_J(\lambda)$  ( $\lambda = \lambda_1 \sim \lambda_n$ ) が算出される (第 4 図のステップ S 2 0 参照)。

15      第 9 図に、現実の色サンプルについて分光反射率を実測して得られた実測反射率データを細い実線で示し、この色サンプルをスキャナ 1 7 によって読み取って得られた色信号と推定した分光入力特性とから求めた推定反射率データを太い実線で示す。

- 20      第 9 図に示したように、上述したサンプル作成処理により、ほぼ実測値と同等の推定反射率データを得ることができる。

しかしながら、分光反射率が負の値となることは現実ではありえないにもかかわらず、例えば、第 9 図に示した推定反射率データは、波長 450 nm から波長 500 nm の区間において、わずかながら

- 25      負の値となっている。

このように、推定反射率データに非現実的な値が現れるのは、色信号の測定誤差および分光入力特性の推定誤差のために、本来非常にゼロに近い正の値となるべき推定値が打ち消され、誤差成分が負の値として現れてしまったと考えられる。

- 5      したがって、第8図に示した反射率データ補正部44により、上述したようにして得られた反射率データに含まれる負の値をゼロに置き換える補正を行い(第4図に示したステップS21)、請求の範囲11項で述べる反射率補正手段の機能を果たすことにより、測定誤差や推定誤差の影響を排除し、仮想的な色サンプルについての反射率データとしてより適切な反射率データを作成して、色度座標算出部39の処理に供することができる。

- 10      これに依じて、色度座標算出部39が動作することにより、上述した格子データ算出部37によって得られた各色信号に対応して、仮想的な色サンプルの色を $L^*a^*b^*$ 空間において示す適切な色度座標を求めることができる(第4図のステップS22)。

15      このように、所望の分布でRGB空間に分布するN個の色信号に対応する仮想的な色サンプルの集合を考えたことにより、推定された分光入力特性を直接的に利用して、精度の高いプロファイルを作成することが可能となる。

- 20      このとき、新たに分光反射率や色信号を測定する必要はない。

したがって、スキャナ17の分光入力特性の推定に利用したn個の色サンプルについての測定データに基づいて、スキャナ17のプロファイルとして必要とされる約5000対の対応関係を作成することが可能である。

- 25      発明者は、分光入力特性の推定に利用する色サンプル数と、推定誤差との関係を調べる実験を試みた。

ここで、本発明の色変換テーブル作成装置において、注目すべきは、最終的に得るべき色度座標であることから、推定誤差の評価指標としては、推定された分光入力特性を用いて算出した分光反射率

から求めた色度座標と実測値から求めた色度座標との色差を採用し、標準色票を構成する288個の色サンプルについて、得られた色差の平均値を求めた。

5 第9図(b)に、上述した実験によって得られた色サンプル数と推定誤差との関係を示す。

第9図(b)に示したように、分光入力特性の推定に用いた色サンプル数を24個まで削減しても、推定誤差はほぼ一定の値であった。

すなわち、本発明の色変換テーブル作成装置によれば、選択された24個の色サンプルについての測定結果に基づいて、約5000  
10 対の対応関係からなるプロファイルを作成することが可能である。

上述したように、第3図に示した各部が動作することにより、請求の範囲1項で述べた色変換テーブル作成方法に従って、少数の色サンプルについての測定結果に基づいて、精度の高い色変換テーブルを作成する色変換テーブル作成装置を実現することができる。

15 これにより、色サンプルの分光反射率を測定する作業および色サンプルを評価対象のスキャナによって読み取る作業を大幅に削減し、色変換テーブルを作成する作業全体としての作業負担を格段に軽減することができる。

#### 〔実施例2〕

20 第10図に、本発明の色変換テーブル作成装置の別実施例を示す。また、第11図に、この色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ図を示す。

第10図に示した色変換テーブル作成装置は、請求の範囲2項で述べる選択手段、推定手段およびテーブル作成手段に相当するもの  
25 として、それぞれ第2サンプル選択部51、第2分光特性推定部54および第2プロファイル作成部57を備えている。

第10図に示した測色機21によって測定された分光反射率データは、上述した実施例1と同様に、測定制御部22を介して分光データ保持部31に保持され(第11図のステップS31)、第2サン

プル選択部 5 1 の処理に供される。

この第 2 サンプル選択部 5 1 において、第 2 抽出部 5 2 は、請求の範囲 3 項で述べた第 1 抽出手段に相当するものであり、例えば、測色機 2 1 によって測定された色サンプル候補から無作為に  $n$  個の色サンプルを抽出し(第 1 1 図のステップ S 3 2)、これらの色サンプルに対応する分光反射率データを分光データ保持部 3 1 から読み出して、これらの分光反射率データをサンプル評価部 5 3 に送出すればよい。

これに応じて、サンプル評価部 5 3 は、まず、上述した色サンプルからなるサンプルセットに対応する反射率データセットを表す行列  $Ref$  の各要素として、 $n$  個の色サンプルに対応する分光反射率データ  $Ref_j(\lambda)$  ( $j=1 \sim n$ ,  $\lambda=\lambda_1 \sim \lambda_n$ ) を式 7 に示すように配置する。

$$\begin{pmatrix} Ref(1, \lambda_1) & Ref(1, \lambda_2) & \cdots & Ref(1, \lambda_n) \\ Ref(2, \lambda_1) & Ref(2, \lambda_2) & \cdots & Ref(2, \lambda_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Ref(n, \lambda_1) & Ref(n, \lambda_2) & \cdots & Ref(n, \lambda_n) \end{pmatrix} \quad (式 7)$$

次いで、サンプル評価部 5 3 は、この行列  $Ref$  に対して特異値分解を適用してその条件数を求め(第 1 1 図のステップ S 3 3)、求めた条件数と所定の閾値  $Th_1$  とを比較することにより、反射率データセットの一次独立性を評価する。

条件数がこの閾値よりも大きい場合(第 1 1 図のステップ S 3 4 の否定判定)に、サンプル評価部 5 3 は、請求の範囲 3 項で述べる繰り返し手段として動作し、反射率データセットが十分な一次独立性を持っていないと判断して、第 2 抽出部 5 2 にサンプルセットを再び抽出する旨を指示すればよい(第 1 1 図ステップ S 3 5)。

これに応じて、第 2 抽出部 5 2 は、ステップ S 3 2 に戻って再びサンプルセットの抽出を行えばよい。

このとき、第 2 抽出部 5 2 は、先に抽出したサンプルセットを破

棄して新たに抽出しなおしてもよいし、また、第12図に示すように、先に抽出したサンプルセット(第12図(a)参照)を保存しておき、このサンプルセットに含まれていない色サンプル候補の中から所定数の色サンプルを抽出して追加してもよい。

- 5 このようにしてサンプルセットの抽出動作とサンプルセットの評価動作とを繰り返していき、条件数が上述した閾値  $Th_1$  よりも小さくなったときに(第11図のステップS34の肯定判定)、サンプル評価部53は、請求の範囲3項で述べる出力手段として動作し、反射率データセットが十分な一次独立性を持っていると判断し、抽出されたサンプルセットに対応する分光反射率データを第2分光特性推定部54に入力する(第11図のステップS36)。
- 10

このようにして抽出されたサンプルセットに関するサンプルセット情報は、上述した実施例1と同様に測定制御部22に渡され、この測定制御部22によって保持されて以降の測定制御に利用される。

- 15 この場合は、上述したようにして、サンプルセットに含まれる色サンプルを最適化し、一次独立性の高い色サンプルからなるサンプルセットを選択することができるから、後段の処理部において分光入力特性を推定する際の推定精度を保証することができる。

- また、このサンプルセット情報の入力に応じて、測定制御部22
- 20 が、実施例1と同様に色信号入力部26の動作を制御することにより、読取データ保持部25に保持されたスキャナ17による読取結果の中から上述したサンプルセット情報で示される各色サンプルに対応する色信号( $R_j, G_j, B_j$ )( $j=1 \sim n$ )からなる色信号セットが第2分光特性推定部54に入力される(第11図のステップS3
- 25 6)。

第10図に示した第2分光特性推定部54において、連立方程式編成部55は、請求の範囲7項で述べる連立方程式作成手段に相当するものであり、色信号セットおよび反射率データセット  $Ref$  の入力に応じて、RGB成分についての分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  ( $i =$

R, G, B、 $\lambda = \lambda_1 \sim \lambda_n$ ) を用いて、式 8 に示すように、色信号セットの G 成分と反射率データセットとを結ぶ連立方程式を編成する(第 11 図のステップ S 37)。

$$\begin{pmatrix} G_1 \\ G_2 \\ \vdots \\ G_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ref(1, \lambda_1) & Ref(1, \lambda_2) & \cdots & Ref(1, \lambda_n) \\ Ref(2, \lambda_1) & Ref(2, \lambda_2) & \cdots & Ref(2, \lambda_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Ref(n, \lambda_1) & Ref(n, \lambda_2) & \cdots & Ref(n, \lambda_n) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} L S_{G, \lambda_1} \\ L S_{G, \lambda_2} \\ \vdots \\ L S_{G, \lambda_n} \end{pmatrix} \quad (式 8)$$

5 同様にして、連立方程式編成部 55 は、色信号セットの R 成分および B 成分についても連立方程式を編成し、特異値解析部 56 の処理に供すればよい。

第 13 図に、特異値解析部および第 2 サンプル作成部の詳細構成を示す。

10 第 13 図に示した特異値解析部 56 において、特異値分解部 61 は、請求の範囲 7 項で述べる特異値解析手段に相当するものであり、反射率データセット  $Ref$  に対して特異値分解法を適用し、式 9 に示すように、正則行列  $U$  と、主成分ベクトル  $P(j, \lambda)$  ( $j = 1 \sim n$ ,  $\lambda = \lambda_1 \sim \lambda_n$ ) からなる行列  $P$  と、各主成分ベクトルに対する重み  $W_j$  ( $j = 1 \sim n$ ) を対角要素とする対角行列  $W$  とに分解する。

$$Ref = U \cdot \begin{pmatrix} W_1 & & 0 \\ & W_2 & \\ & & \ddots \\ 0 & & & W_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_{(1, \lambda_1)} & P_{(2, \lambda_1)} & \cdots & P_{(n, \lambda_1)} \\ P_{(1, \lambda_2)} & P_{(2, \lambda_2)} & \cdots & P_{(n, \lambda_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{(1, \lambda_n)} & P_{(2, \lambda_n)} & \cdots & P_{(n, \lambda_n)} \end{pmatrix} \quad (式 9)$$

また、第 13 図に示した重み調整部 62 は、上述した特異値分解処理の過程で算出された重み  $W_j$  ( $j = 1 \sim n$ ) と後述する閾値  $Th_2$  とを比較し、この比較結果に基づいて、特異値分解部 61 で得られた重みの値を調整する。

このとき、重み調整部 62 は、まず、式 10 に示すように、重み  $W_j$  の最大値  $W_{max}$  と測色機 21 によって得られた分光反射率の有

効桁数  $S$  とを用いて閾値  $Th_2$  を求める。

$$Th_2 = W_{max} / S \quad (\text{式 } 10)$$

このようにして得られた閾値  $Th_2$  よりも重み  $W_j$  が小さい場合、対応する主成分ベクトル  $P(j, \lambda)$  は、分光反射率データに寄与しない無効な主成分ベクトルであると言える。

したがって、重み調整部 62 により、上述した閾値  $Th_2$  よりも小さい値を持つ重み  $W_j$  の値をゼロに置き換えることにより、請求の範囲 8 で述べるベクトル選択手段の機能を果たすことができ、無効な主成分ベクトルを排除し、有用な主成分ベクトルのみを第 2 特性値算出部 63 の処理に供することができる。

第 13 図において、第 2 特性値算出部 63 は、請求の範囲 7 項で述べる特性算出手段に相当するものであり、この第 2 特性値算出部 63 が、上述した重み調整部 62 による調整結果を式 9 に適用し、この式 9 で表される反射率データセット  $Ref$  を各成分について  
15 の連立方程式 (式 8 参照) に代入し、これらの連立方程式をそれぞれ分光入力特性  $LS_i$  について解くことにより、離散的なサンプル波長  $\lambda$  における分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  ( $i = R, G, B, \lambda = \lambda_1 \sim \lambda_n$ ) を求めることができる (第 11 図のステップ S38)。

また、このようにして得られた分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  は、第 2 プロファイル作成部 57 に入力され、第 2 サンプル作成部 58 の処理に供される。

また、重み調整部 62 から上述した閾値  $Th_2$  と重み  $W_j$  との比較結果を受け取って、第 13 図に示したベクトル抽出部 64 が、この比較結果に基づいて、特異値分解部 61 で得られた  $n$  個の主成分ベ  
25 クトルから有用な主成分ベクトルのみを抽出して、第 2 サンプル作成部 57 に入力することにより、請求の範囲 9 項で述べる主成分入力手段の機能を果たすことができる。

ここで、任意の色サンプルに対応する分光反射率データ  $Ref(\lambda)$  は、式 11 に示すように、特異値解析法によって得られた主成

分ベクトル  $P(j, \lambda)$  の線形和で表すことができる。

$$(\text{Ref}(\lambda_1) \text{ Ref}(\lambda_2) \cdots \text{Ref}(\lambda_n)) = \begin{pmatrix} P_{(1, \lambda_1)} & P_{(2, \lambda_1)} & \cdots & P_{(n, \lambda_1)} \\ P_{(1, \lambda_2)} & P_{(2, \lambda_2)} & \cdots & P_{(n, \lambda_2)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{(1, \lambda_n)} & P_{(2, \lambda_n)} & \cdots & P_{(n, \lambda_n)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix} \quad (\text{式 1 1})$$

- 一方、同一の色サンプルについて得られる色信号  $(R, G, B)$  と  
5 分光反射率データ  $\text{Ref}(\lambda)$  とスキャナ 17 の分光入力特性  $LS_i(\lambda)$  の間には、式 1 2 に示す関係が成り立っている。

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} LS_R(\lambda_1) & LS_R(\lambda_2) & \cdots & LS_R(\lambda_n) \\ LS_G(\lambda_1) & LS_G(\lambda_2) & \cdots & LS_G(\lambda_n) \\ LS_B(\lambda_1) & LS_B(\lambda_2) & \cdots & LS_B(\lambda_n) \end{pmatrix} \cdot (\text{Ref}(\lambda_1) \text{ Ref}(\lambda_2) \cdots \text{Ref}(\lambda_n)) \quad (\text{式 1 2})$$

- 上述した分光反射率データ  $\text{Ref}(\lambda)$  が、3 個の主成分ベクトル  $P_1, P_2, P_3$  の線形和として表される場合は、式 1 1 を式 1 2 に  
10 代入して変形することによって式 1 3 が得られ、この式 1 3 に基づいて、任意の色信号  $(R, G, B)$  から 3 つの主成分ベクトル  $P_1, P_2, P_3$  に対応する重み  $W_1, W_2, W_3$  を一意に求めることができる。

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} LS_R(\lambda_1) & LS_R(\lambda_2) & \cdots & LS_R(\lambda_n) \\ LS_G(\lambda_1) & LS_G(\lambda_2) & \cdots & LS_G(\lambda_n) \\ LS_B(\lambda_1) & LS_B(\lambda_2) & \cdots & LS_B(\lambda_n) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} P_{(1, \lambda_1)} & P_{(2, \lambda_1)} & P_{(3, \lambda_1)} \\ P_{(1, \lambda_2)} & P_{(2, \lambda_2)} & P_{(3, \lambda_2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{(1, \lambda_n)} & P_{(2, \lambda_n)} & P_{(3, \lambda_n)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \end{pmatrix} \quad (\text{式 1 3})$$

- この場合に、第 1 3 図に示した行列演算部 6 4 は、3 行  $n$  列の分光  
15 入力特性  $LS_i(\lambda)$  と  $n$  行 3 列の主成分ベクトル  $P(L, \lambda) (L = 1 \sim 3)$  との乗算を行い、この行列演算によって得られた 3 行 3 列の行列  $K$  を反射率算出部 6 5 に渡せばよい。

- 第 1 3 図に示した反射率算出部 6 5 は、まず、行列演算部 6 4 から受け取った行列  $K$  を上述した式 1 3 の右辺に代入するとともに、  
20 格子データ算出部 3 7 から受け取った色信号  $(R_j, G_j, B_j)$  を式 1 3 の左辺に順次に代入し、各色信号に対応して得られる連立方程

式を重み  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  についてそれぞれ解けばよい。

次に、反射率算出部 65 は、各色信号に対応して得られた重み  $W_{j1}$ ,  $W_{j2}$ ,  $W_{j3}$  を式 11 に代入し、対応する主成分ベクトル  $P_L(\lambda)$  にこれらの重みを乗じて、各色信号に対応する分光反射率データ  $Ref_j(\lambda)$  を算出すればよい。

このように、主成分ベクトルおよび推定された分光入力特性の入力に応じて、行列演算部 64 および反射率算出部 65 が動作することにより、請求の範囲 10 項で述べた重み算出手段および第 1 反射率算出手段の機能を実現することができる。

10 上述したように、特異値解析部 56 で得られた主成分ベクトルを利用した場合は、単純な行列演算によって、各色信号に対応する仮想的な色サンプルについて得られるべき分光反射率データを推定することができる。

15 このようにして得られた  $N$  個の分光反射率データを反射率データ補正部 44 に入力し、実施例 1 において述べた補正処理を行うことにより、請求の範囲 10 項で述べた反射率補正手段の機能を果たし、仮想的な色サンプルの分光反射率データとして現実的な値を得ることができる(第 11 図のステップ S39)。

20 実際、表 1 に示すように、第 9 図に示した推定反射率データをそのまま色度座標算出処理に用いた場合に得られた色度座標  $P_1$  と実測反射率データに基づいて算出した色度座標  $P_0$  との色差  $\Delta E_1$  に比べて、上述した補正を加えて得られた補正済み推定反射率データに基づいて算出した色度座標  $P_2$  と色度座標  $P_0$  との色差  $\Delta E_2$  は非常に小さい。

表 1

|                       | L *       | a *       | b *       | 実測値との<br>色差<br>$\Delta E$ |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------|
| 実測値から求めた色度座標          | 40.1<br>2 | 57.9<br>6 | 49.3<br>3 |                           |
| 推定値(補正前)から求めた色<br>度座標 | 41.4<br>3 | 56.5<br>8 | 71.6<br>8 | 22.43                     |
| 推定値(補正後)から求めた色<br>度座標 | 41.7<br>4 | 56.2      | 47.6<br>7 | 2.91                      |

このことから、上述した反射率データ補正部 44 による補正によ  
5 って、仮想的な色サンプルについての分光反射率データを推定する  
精度を大きく改善することができると言える。

また、これにより、格子データ算出部 37 で得られた各色信号に  
対応する色度座標を高い精度で推定することが可能となる。

したがって、これらの分光反射率データの入力に応じて、色度座  
10 標算出部 39 によって上述した仮想的な色サンプルそれぞれに対応  
する色度座標を求め、色信号に対応してプロファイル格納部 28 に  
格納する(第 11 図のステップ 40)ことにより、精度の高いプロフ  
ファイルを得ることができる。

### 〔実施例 3〕

15 第 14 図に、本発明の色変換テーブル作成装置の別実施例を示す。  
また、第 15 図に、この色変換テーブル作成装置の動作を表す流れ  
図を示す。

この色変換テーブル作成装置は、実施例 1 で述べた第 1 プロファ  
イル作成部 27 に代えて、第 3 プロファイル作成部 71 を備えて構  
20 成されている。

したがって、第 4 図に示したステップ S11 からステップ S13  
と同様にして、第 1 サンプル選択部 23 と測定制御部 22 とによっ  
て色サンプルが選択され(第 15 図のステップ S51)、該当する色

サンプルに対応する分光反射率データが、第1分光特性推定部24に入力される(第15図のステップS52)。

また、上述した選択結果に応じて、測定制御部22と色信号入力部26とが動作することにより、該当する色信号が選択的に第1分光特性推定部24に入力される(第15図のステップS53)。

これに応じて、第1分光特性推定部24により、スキャナ17の分光入力特性が推定され(第15図のステップS54)、得られた推定結果が、第3プロファイル作成部71に入力される。

第16図に、この第3プロファイル作成部の動作を説明する図を示す。

第14図に示した第3プロファイル作成部71において、分光データ蓄積部72は、請求の範囲10項で述べる反射率入力手段に相当するものであり、測色機21によってM個の相異なる色サンプルについて測定を行って得られた分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$  ( $j=1 \sim M$ 、 $\lambda=\lambda_1 \sim \lambda_n$ )を蓄積しており、これらの分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$ を順次に色信号算出部73および色度座標算出部39に入力する(第15図のステップS55)。

この場合は、各分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$ の入力に応じて、色度座標算出部39が、対応する色サンプルの色を示す色度座標( $L^*_j$ ,  $a^*_j$ ,  $b^*_j$ )を算出することにより(第15図のステップS56、第16図参照)、請求の範囲12項で述べる第2色度算出手段の機能が果たされ、格子データ変換部75に入力される。

一方、第14図に示した色信号算出部73は、請求の範囲12項で述べる色信号算出手段に相当するものであり、分光データ蓄積部72から受け取った分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$ それぞれと、上述した第1分光特性推定部24から受け取った分光入力特性 $LS_i(\lambda)$ とを上述した式12に代入することにより、該当する色サンプルをスキャナ17によって読み取った際に得るべき色信号( $R_j$ ,  $G_j$ ,  $B_j$ ) ( $j=1 \sim M$ )を算出する(第15図のステップS57、第

16図参照)。

この色信号算出部73によって得られたM個の色信号の中には、その成分が負の値となっているものが存在する可能性がある。

5 このような負の値は、該当する成分の値が本来は非常に小さいために、分光入力特性の推定誤差や分光反射率データを測定した際の測定誤差などが現れてしまったと考えられる。また一方、RGB空間において任意の色を示す色信号は、各成分がゼロ以上の値を持つべきである。

したがって、第14図に示した色信号補正部74によって、入力された各色信号( $R_j$ ,  $G_j$ ,  $B_j$ )に含まれている負の値をゼロに置き換えることにより、請求の範囲12項で述べる色信号補正手段の機能を果たし、該当する分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$ と分光入力特性 $LS_i(\lambda)$ とから算出した色信号の値を適切に補正し(第15図のステップS58、第16図参照)、現実的な色信号を得ることができる。

上述したようにして、分光データ蓄積部72に蓄積されたM個の分光反射率データに基づいて、M対の色信号と色度座標との対応関係を導き出し、プロファイルの基礎となる対応関係として、格子データ変換部75の処理に供することができる(第16図参照)。

20 これらの対応関係の基礎となる情報は、分光データ蓄積部72に蓄積された分光反射率データ $Ref s_j(\lambda)$ と推定された分光入力特性 $LS_i(\lambda)$ であるから、上述したM個の対応関係を導き出す際に、スキャナ17および測色機21によって現実の色票についての測定作業を行う必要はない。

25 また、この分光データ蓄積部72に蓄積された分光反射率データは、スキャナ17についてのプロファイルを作成する作業に何度でも利用することができる。更に、この分光反射率データは、他の色入力装置についてのプロファイルを作成する作業にも同様に利用することができる。

ここで、上述した分光データ蓄積部 7 2 に、十分に多数の分光反射率データを蓄積しておけば、上述したステップ S 5 5 からステップ S 5 7 の処理により、十分な数の対応関係を得ることができる。

5 上述したように、選択された色サンプルについて得られた分光反射率データと色信号とを分光入力特性の推定処理に供し、この分光入力特性の推定過程において、特異値解析法を適用したことにより、分光入力特性を精密かつ高精度に推定することが可能であるから、この分光入力特性を用いて導き出された色信号と色度座標との対応関係は、実測値と同等の精度を有することが期待できる。

10 したがって、請求の範囲 1 2 で述べる対応関係算出手段に相当する格子データ変換部 7 5 は、例えば、特願平 9 - 2 6 2 5 6 4 号明細書に開示されている技法を用い、蓄積された分光反射率データから導き出した対応関係を基礎として、RGB 空間において、規則的な格子状に分布する色信号とこれらの色信号に対応する色度座標を  
15 求めて(第 1 5 図のステップ S 5 9)、プロファイル格納部 2 8 に格納すればよい(第 1 6 図参照)。

このようにして、本発明の色変換テーブル作成装置により、精度の高いプロファイルを作成することができる。

## 20 産業上の利用可能性

本発明の色変換テーブル作成装置によれば、極めて少数の色サンプルについて測定した分光反射率データと、これらの色サンプルを評価対照の色入力装置によって読み取って得られた色信号とに基づいて、色入力装置の分光入力特性を精密かつ高精度に推定することが  
25 でき、また、得られた分光入力特性を利用して、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を有する色信号に対応する色変換テーブルを作成することができる。

従来技術において、色サンプルを人手によって測定する作業が、スキャナなどの色入力装置についてのプロファイルを作成する作業

### 3.4

の大きな部分を占めていたことを考えれば、本発明の色変換テーブル作成装置を適用することにより、測定対象となる色サンプルを削減したことによる有用性は明らかである。

- 5 また、最初に選択したサンプルの有用性は、少なくとも評価対象の色入力装置については変化しないと期待できるから、同一の色入力装置についての色変換テーブルを再び作成する際には、有用な色サンプルを選択する過程を省略し、以前に選択したサンプルセットをそのまま利用することができる。

- 10 このことは、色入力装置の性能についての経時変化を評価するためなどに、同一の色入力装置について、所定の期間毎に色変換テーブルを作成する場合などに極めて有用である。

# 請求の範囲

(1) 十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルを選択し、

5 選択した色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定し、

前記選択した色サンプルそれぞれの色を前記色入力装置に依存する色空間において表す色信号を入力し、

10 前記選択した色サンプルについて得られた分光反射率と色信号とに基づいて、前記色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光入力特性を推定し、

推定された分光入力特性に基づいて、前記色入力装置に依存する色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成する

15 ことを特徴とする色変換テーブル作成方法。

(2) 十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルからなるサンプルセットを選択する選択手段と、

20 前記選択手段による選択結果に応じて、サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定する測定手段と、

前記選択手段による選択結果に応じて、前記サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれの色を前記色入力装置に依存する色空間

25 において表す色信号を入力する入力手段と、  
前記サンプルセットに含まれる各色サンプルについて得られた分光反射率データと色信号とに基づいて、前記色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光入力特性を推定する推定手段と、

推定された分光入力特性に基づいて、前記色入力装置に依存する

色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成するテーブル作成手段と

を備えたことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- 5 (3) 請求の範囲 2 に記載の色変換テーブル作成装置において、  
選択手段は、

十分な数の色サンプルから複数の数の色サンプルを抽出する第 1 抽出手段と、

- 10 抽出された色サンプルからなるサンプルセットについて、評価対象である分光入力特性を表す各特性値に対応する成分相互の独立性を評価するための評価指標を算出する評価指標算出手段と、

前記評価指標の値によって、前記サンプルセットに含まれる各色サンプルが十分に高い独立性を持つことが示された場合に、前記サンプルセットを選択結果として出力する出力手段と、

- 15 前記評価指標の値によって、前記サンプルセットに含まれる各色サンプルが持つ独立性が十分でないことが示された場合に、前記第 1 抽出手段に対して新たなサンプルセットを抽出する旨を指示する繰り返し手段とを備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- 20 (4) 請求の範囲 2 に記載の色変換テーブル作成装置において、  
選択手段は、

十分な数の色サンプルそれぞれについて、その色相を評価する色相評価手段と、

- 25 前記色相評価手段による評価結果に基づいて、色相に関する評価値が一様に分布する一群の色サンプルを抽出する第 2 抽出手段とを備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- (5) 請求の範囲 2 に記載の色変換テーブル作成装置において、  
選択手段は、

十分な数の色サンプルそれぞれについて、その彩度を評価する彩度評価手段と、

前記彩度評価手段によって彩度が高いと評価された一群の色サンプルを抽出する第3抽出手段とを備えた構成である

5 ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

(6) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、推定手段は、

色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、

10 複数の1次スプライン関数の線形和によって分光入力特性を表すモデルを適用し、前記連立方程式を変形する変形手段と、

前記変形手段によって変形された連立方程式を解析し、前記複数のスプライン関数についての重みを算出することにより、前記分光入力特性を求める第1解析手段とを備えた構成である

15 ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

(7) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、

推定手段は、

色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、

20 前記連立方程式に対して特異値解析の手法を適用して、適切な主成分ベクトルに対応する重みを算出する特異値解析手段と、

得られた重みと対応する主成分ベクトルとに基づいて、前記分光入力特性を求める特性算出手段とを備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

25 (8) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、

推定手段は、

色信号と対応する色サンプルについての分光反射率データとの関係を表す連立方程式を作成する方程式作成手段と、

前記連立方程式に対して特異値解析の手法を適用して、適切な主

成分ベクトルに対応する重みを算出する特異値解析手段と、

得られた重みと対応する主成分ベクトルとに基づいて、前記分光入力特性を求める特性算出手段と、

- 5 前記特異値解析手段によって算出された各主成分ベクトルの重みに基づいて、有用な主成分ベクトルのみを選択し、該当する主成分ベクトルおよび対応する重みを特性算出手段の処理に供するベクトル選択手段を備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- 10 (9) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、テーブル作成手段は、

色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、

- 15 前記色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、前記各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、

前記仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれから所望の色空間における色度座標を求めて、前記色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えた構成である

- 20 ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- (10) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、テーブル作成手段は、

色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、

- 25 前記色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、前記各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、

前記仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれか

ら所望の色空間における色度座標を求めて、前記色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えた構成であり、

前記サンプル作成手段は、

- 5 任意の色サンプルによる分光反射率を決定する主成分ベクトルを入力する主成分入力手段と、

前記主成分ベクトルと分光入力特性とに基づいて、所望の分布を持つ一群の色信号それぞれに対応する仮想的な色サンプルの分光反射率データを与えるために前記主成分ベクトルにかけるべき重みを算出する重み算出手段と、

- 10 前記重み算出手段によって得られた重みと前記主成分ベクトルとから仮想的な色サンプルそれぞれの分光反射率データを求める第1反射率算出手段と、

得られた分光反射率データの集合に含まれている負の値を零とする補正を行う反射率補正手段とを備えた構成である

- 15 ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

(1 1) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、テーブル作成手段は、

色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号を作成し、色変換テーブルの要素とする色信号作成手段と、

- 20 前記色信号作成手段によって得られた色信号それぞれについて、推定手段によって推定された分光入力特性を用いて、前記各色信号を与えるべき仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データを逆算するサンプル作成手段と、

- 25 前記仮想的な色サンプルに対応する分光反射率データそれぞれから所望の色空間における色度座標を求めて、前記色変換テーブルの該当する要素とする色度算出手段とを備えた構成であり

前記サンプル作成手段は、

任意の色信号とこの色信号を与える仮想的な色サンプルの分光反射率データとを結ぶモデルを表すモデル式を作成するモデル式作成

手段と、

前記モデル式において、色入力装置の分光入力特性を示す行列の一般逆行列を求める逆行列算出手段と、

- 5 所望の分布を持つ一群の色信号と前記一般逆行列とに基づいて、  
仮想的な色サンプルの分光反射率データを算出する第2反射率算出手段と、

得られた分光反射率データの集合に含まれている負の値を零とする補正を行う反射率補正手段とを備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- 10 (12) 請求の範囲2に記載の色変換テーブル作成装置において、  
テーブル作成手段は、

十分な数の相異なる色を示す色サンプルについての分光反射率データの集合を入力する反射率入力手段と、

- 15 前記分光反射率データの集合に含まれる各要素と推定手段によって推定された分光入力特性とに基づいて、期待される色入力装置による入力データを示す色信号を算出する色信号算出手段と、

得られた色信号の集合に含まれている負の値を零とする補正を行う色信号補正手段と、

- 20 前記分光反射率データの集合に含まれる各要素について所望の色空間における色度座標を求める第2色度算出手段と、

- 25 前記第2色度算出手段によってえられた色度座標の集合と、前記色信号補正手段によって得られた補正済みの色信号の集合との対応関係に基づいて、色入力装置に依存する色空間において所望の分布を持つ一群の色信号とこれらの色信号によって示されるべき色を前記所望の色度空間において示す色度座標との対応関係を求める対応関係算出手段とを備えた構成である

ことを特徴とする色変換テーブル作成装置。

- (13) 十分な数の色サンプルの中から評価対象である色入力装置の分光入力特性の推定に有用な複数の色サンプルからなるサンプル

41

セットを選択する選択手順と、

前記選択手順においてえられた選択結果に応じて、サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれについて、所定の波長間隔で分光反射率を測定する測定手順と、

- 5 前記選択手順においてえられた選択結果に応じて、前記サンプルセットに含まれる色サンプルそれぞれの色を前記色入力装置に依存する色空間において表す色信号を入力する入力手順と、

- 10 前記サンプルセットに含まれる各色サンプルについて得られた分光反射率データと色信号とに基づいて、前記色入力装置が原稿の色を読み取る際の分光入力特性を推定する推定手順と、

推定された分光入力特性に基づいて、前記色入力装置に依存する色空間において分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を別の色空間において示す色度座標との対応関係を示す色変換テーブルを作成するテーブル作成手順と

- 15 をコンピュータに実行させるプログラムを記録した記憶媒体。

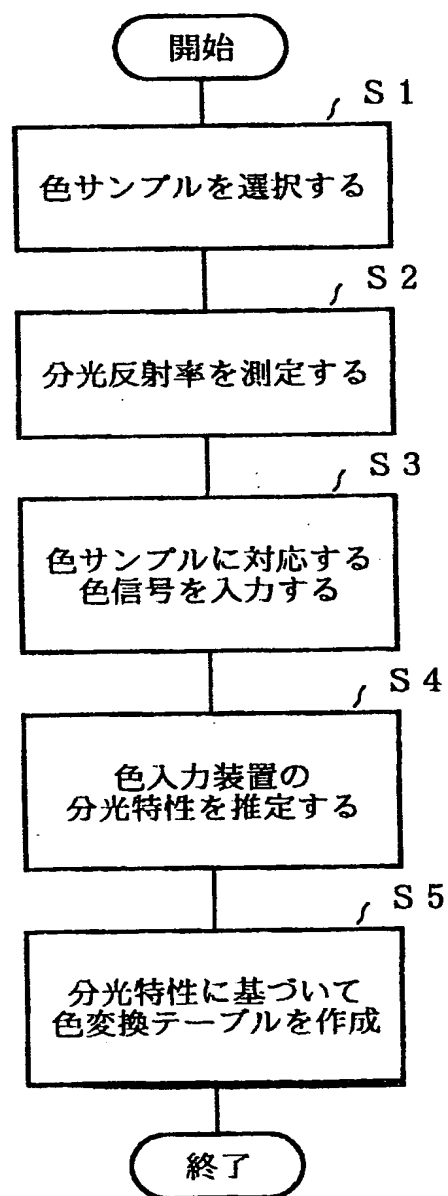
# 要 約 書

本発明は、色入力装置に依存する色空間において所望の分布で分布する色信号と、これらの色信号が表すべき真の色を所望の色空間において示す色度座標との対応関係を示すプロファイルを作成するための色変換テーブル作成方法および装置ならびに色変換テーブル作成プログラムを記録した記憶媒体に関するものである。

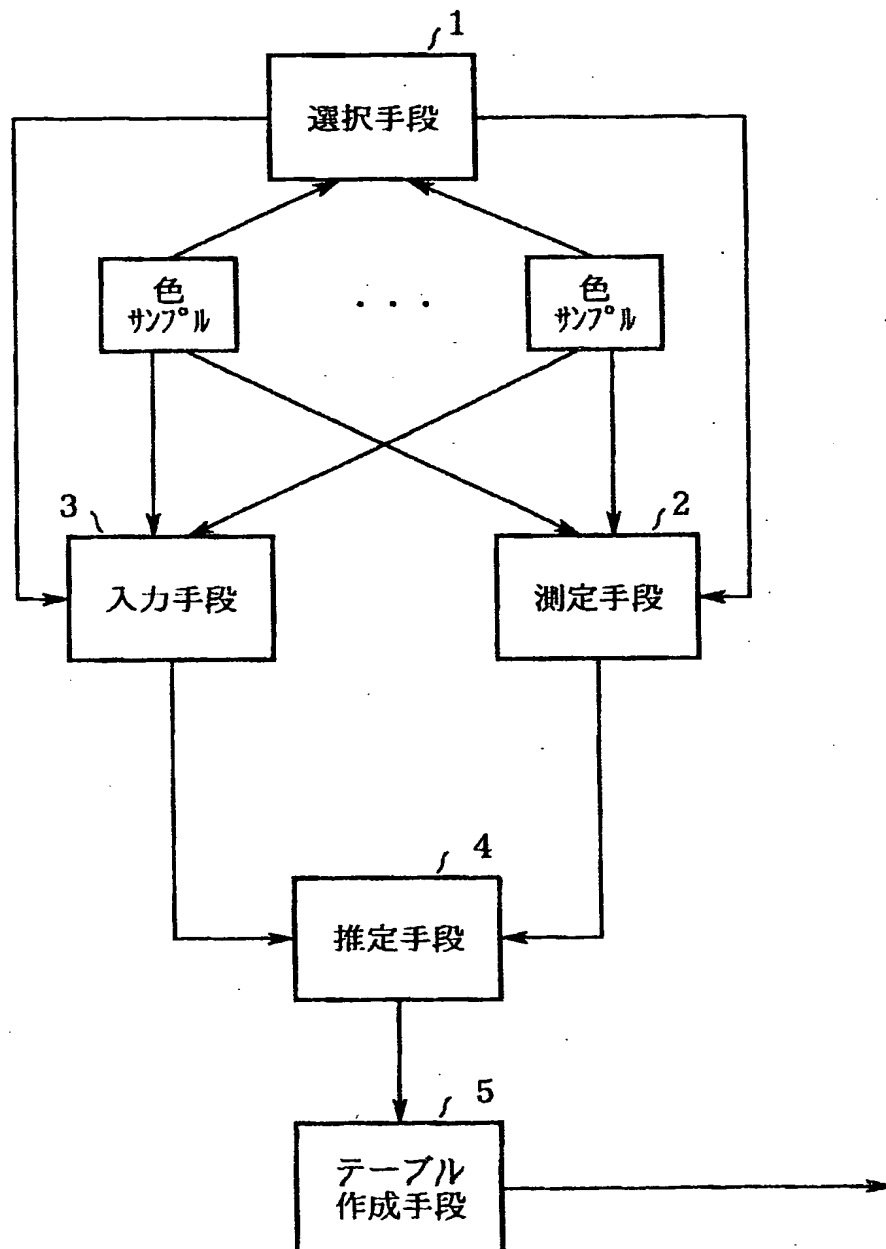
本発明の色変換テーブル作成方法および装置は、色入力装置の分光入力特性の推定に有用な色サンプルを選択するとともに、分光入力特性を推定する際に、スプライン関数を用いたモデル化手法あるいは特異値解析法を適用することにより、分光入力特性の推定に必要な色サンプルの数を大幅に削減する一方、分光入力特性を精密に推定可能である。

また、本発明の色変換テーブル作成装置は、推定した分光入力特性を利用して、仮想的な色サンプルを作成する手法あるいは多数の分光反射率データから色信号を導き出す手法を用いて、プロファイルを構成するために必要な多数の対応関係を作成することができる。

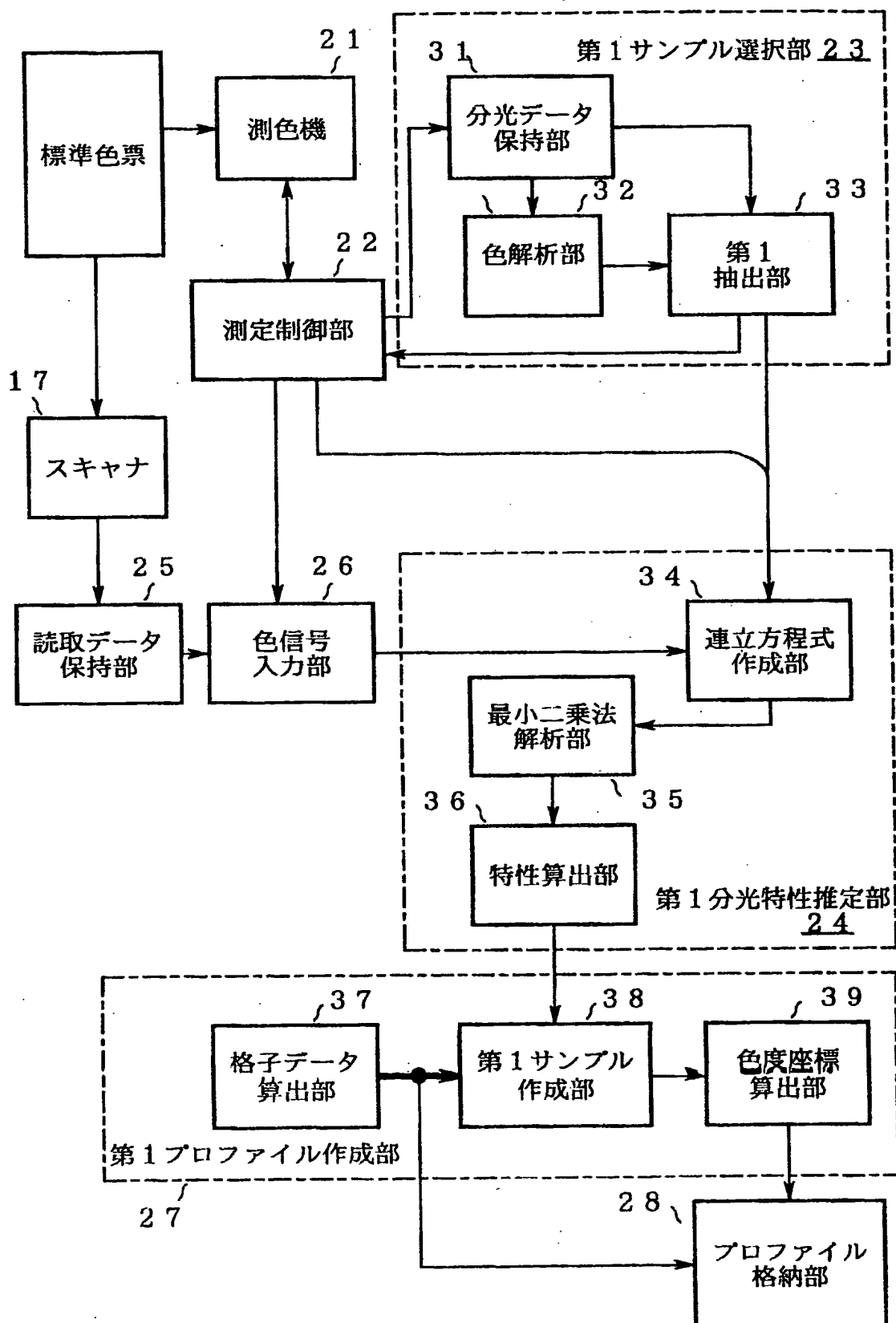
# 第1図



第2図

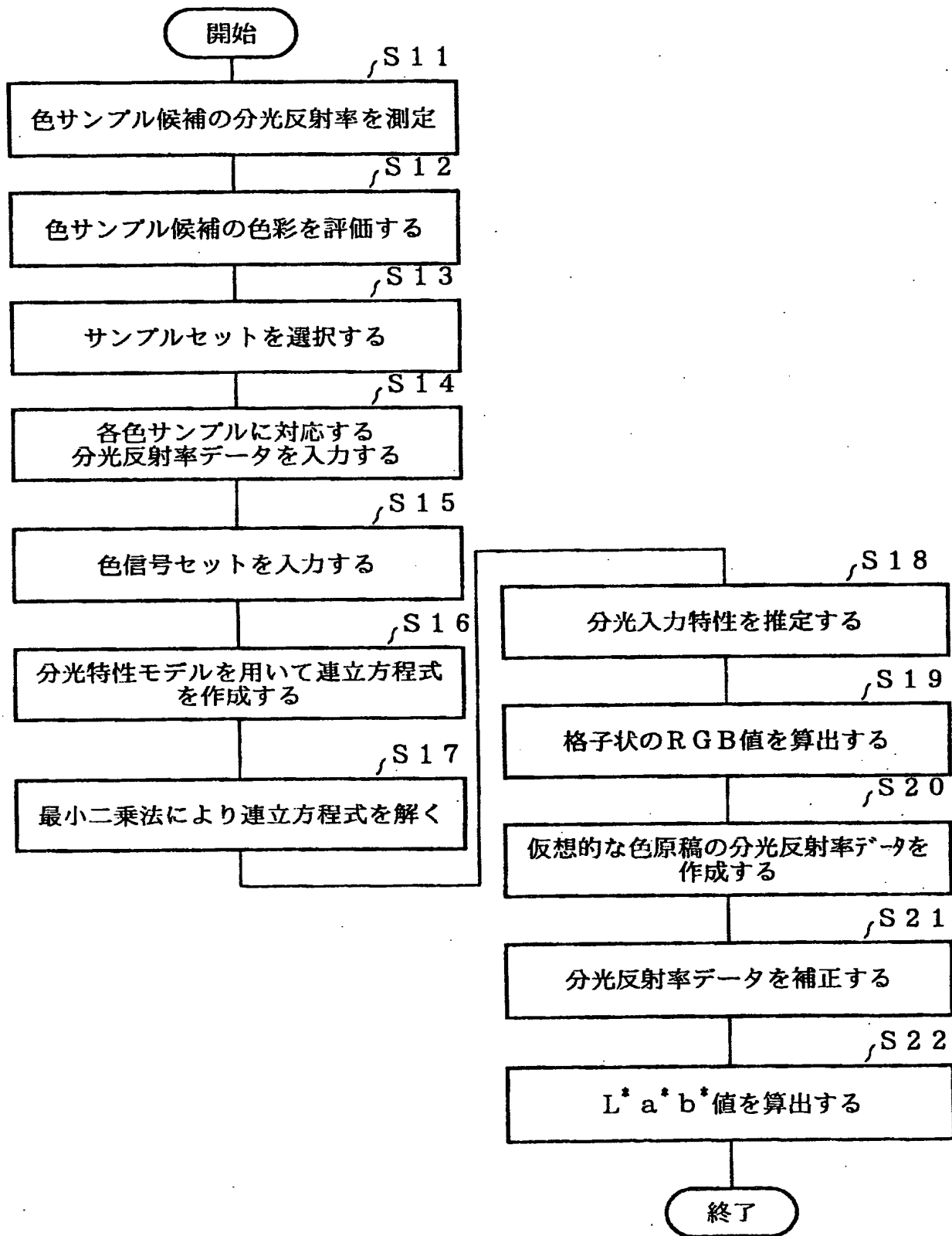


第3図



4/18

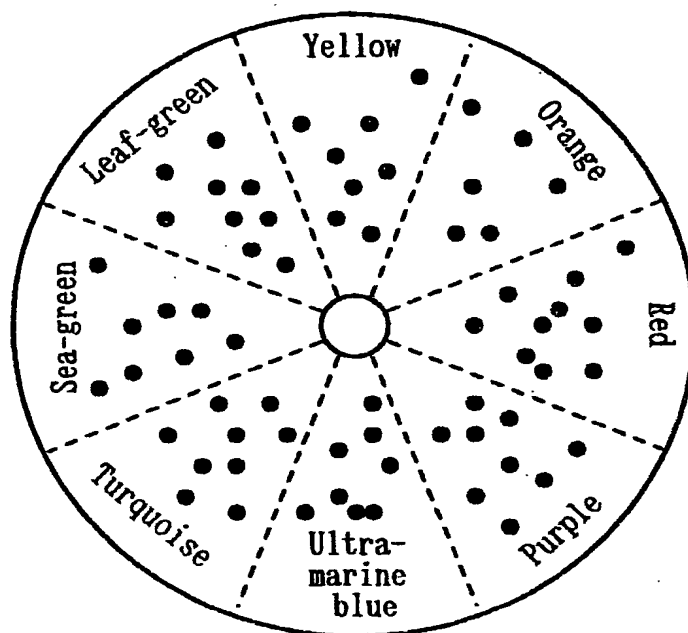
第4図



5/18

第5図

(a)



(b)

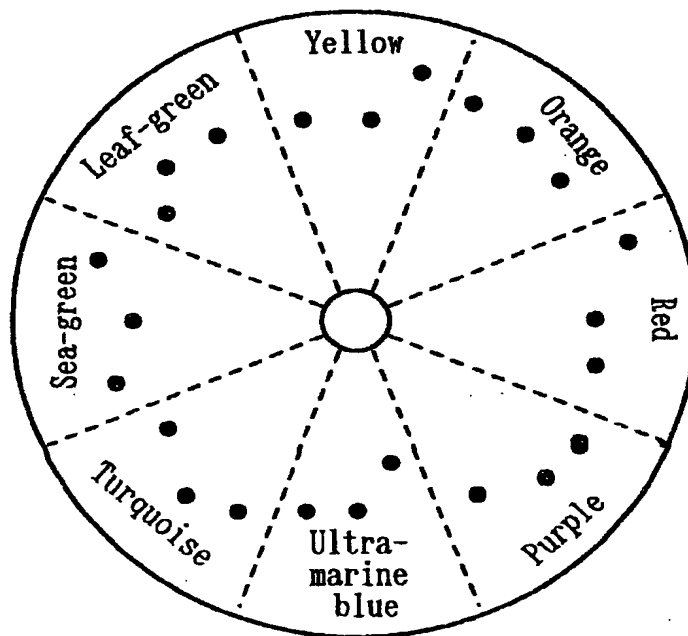
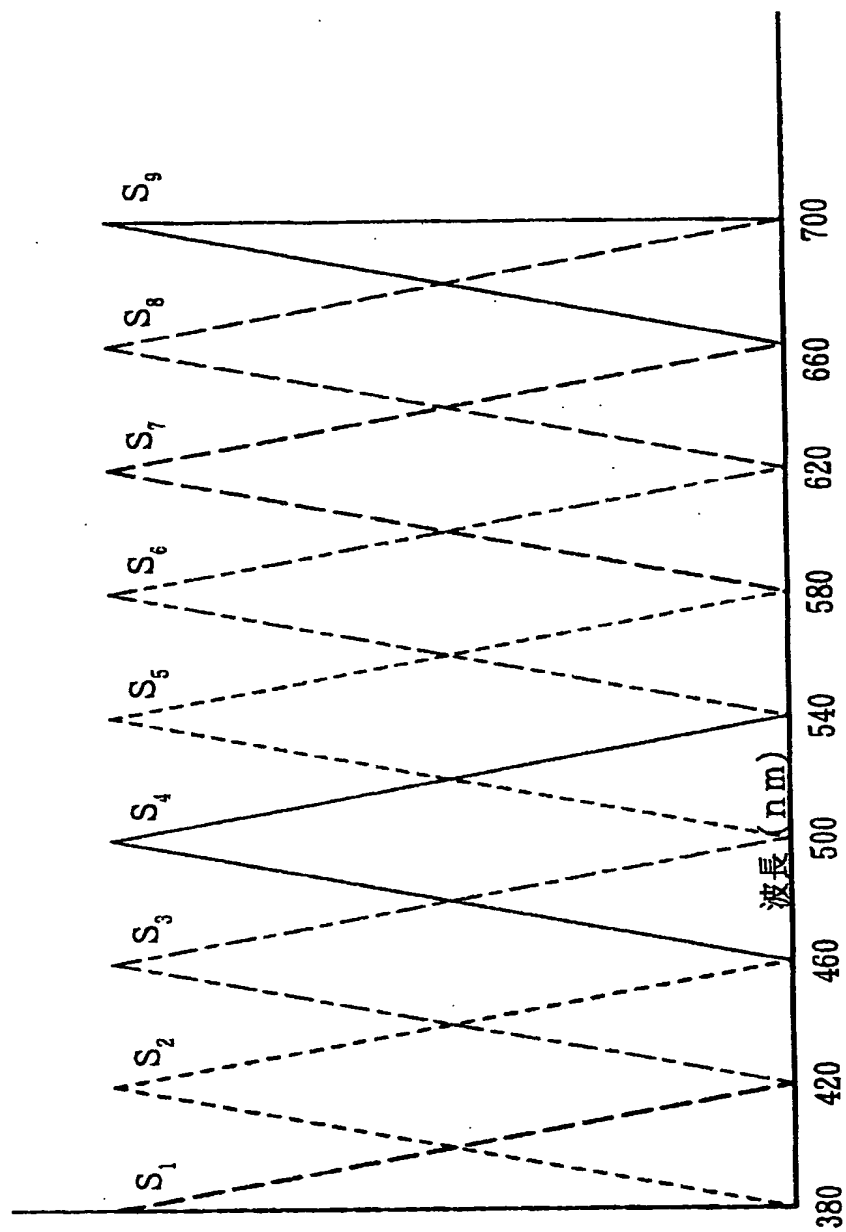
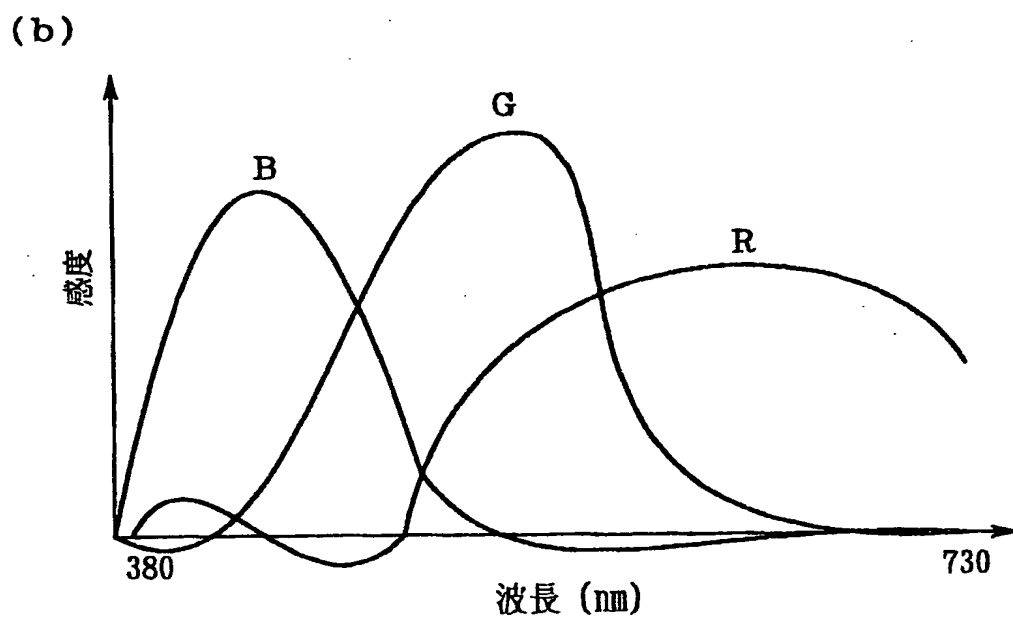
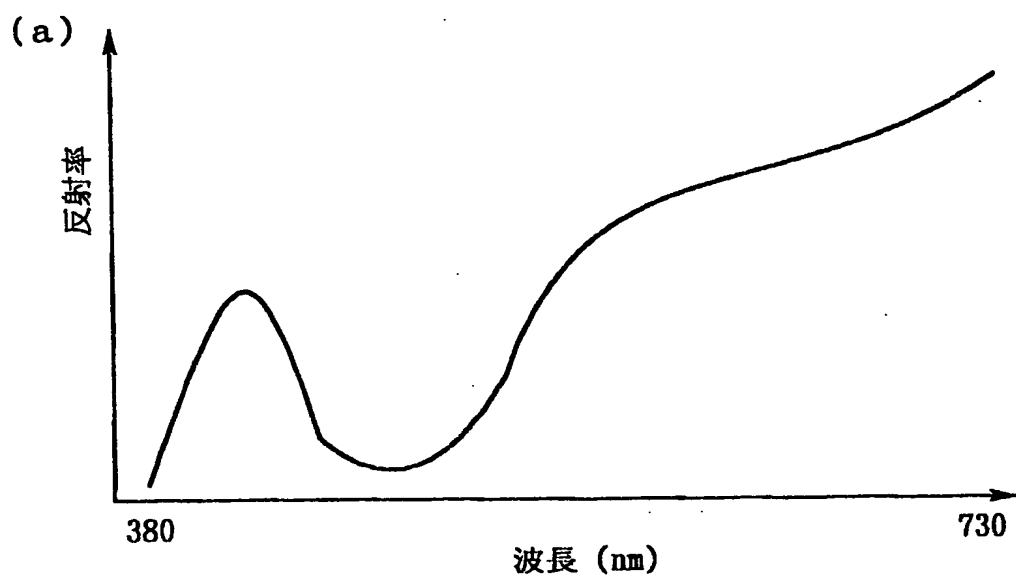


図 6 無



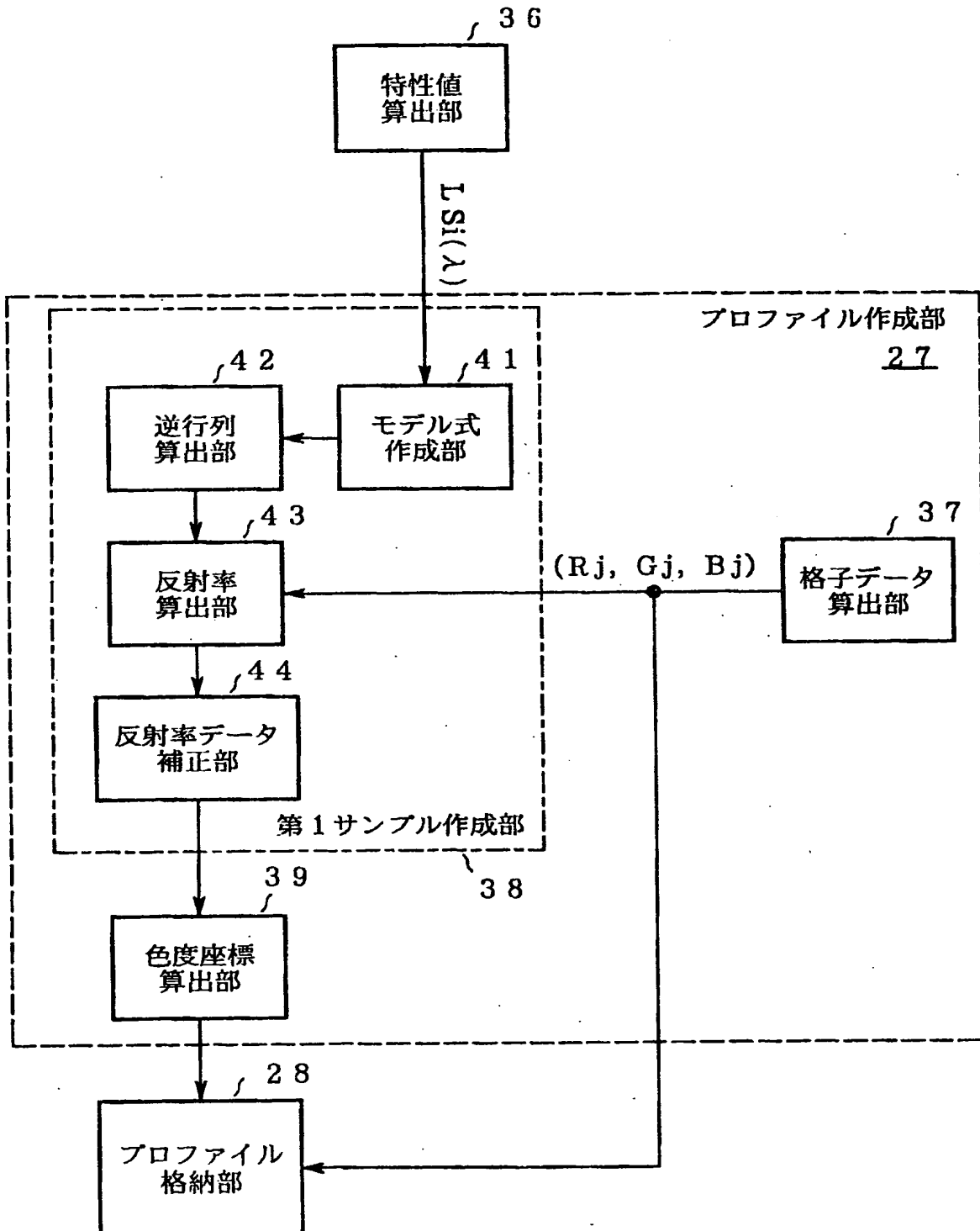
7/18

第7図

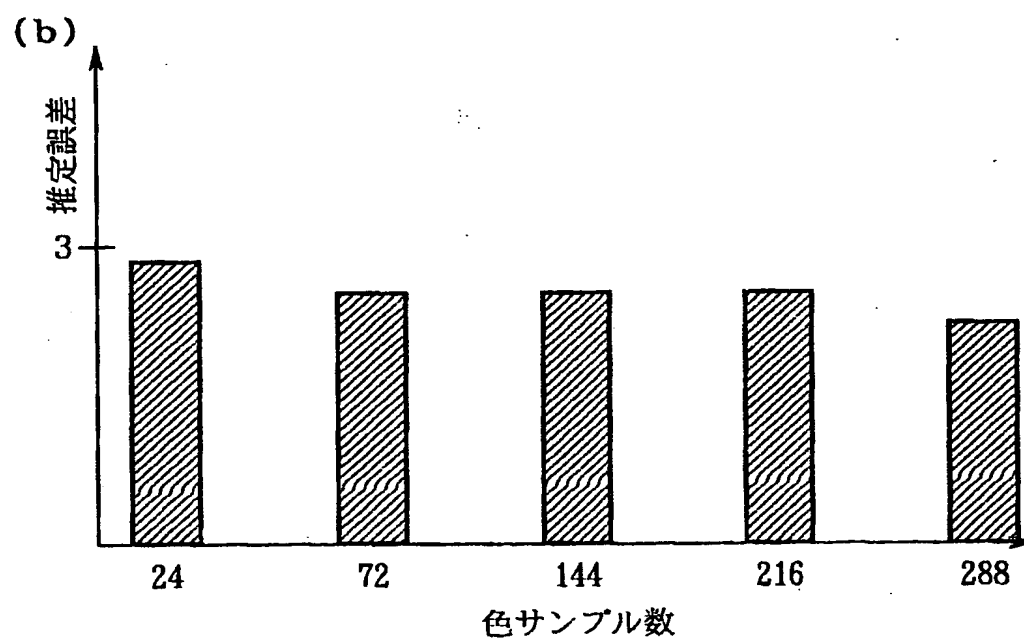
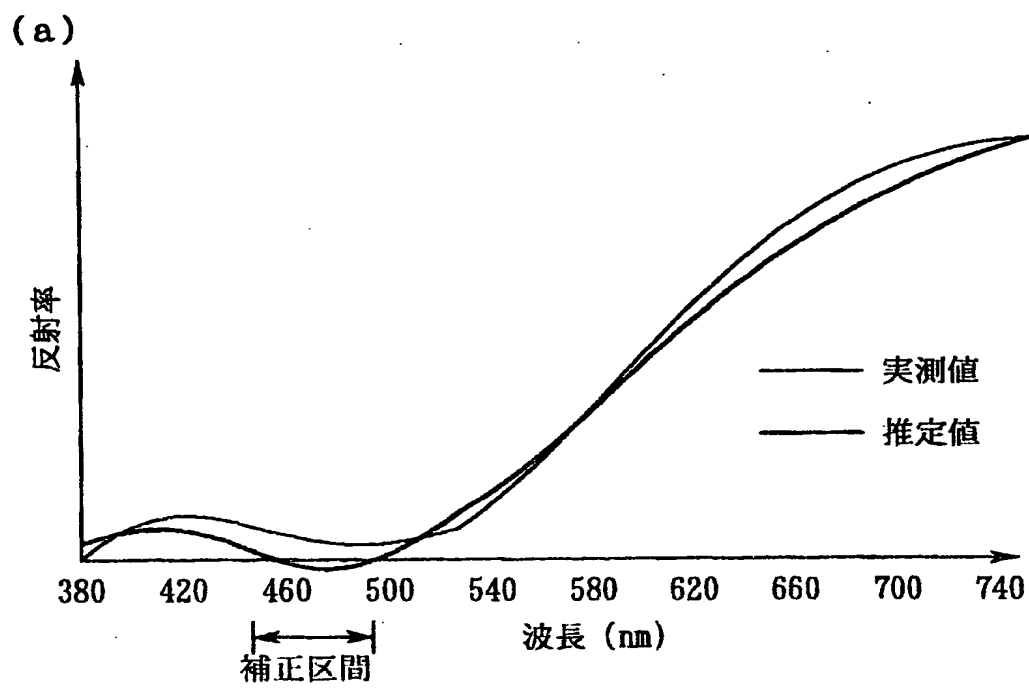


8/18

第 8 図

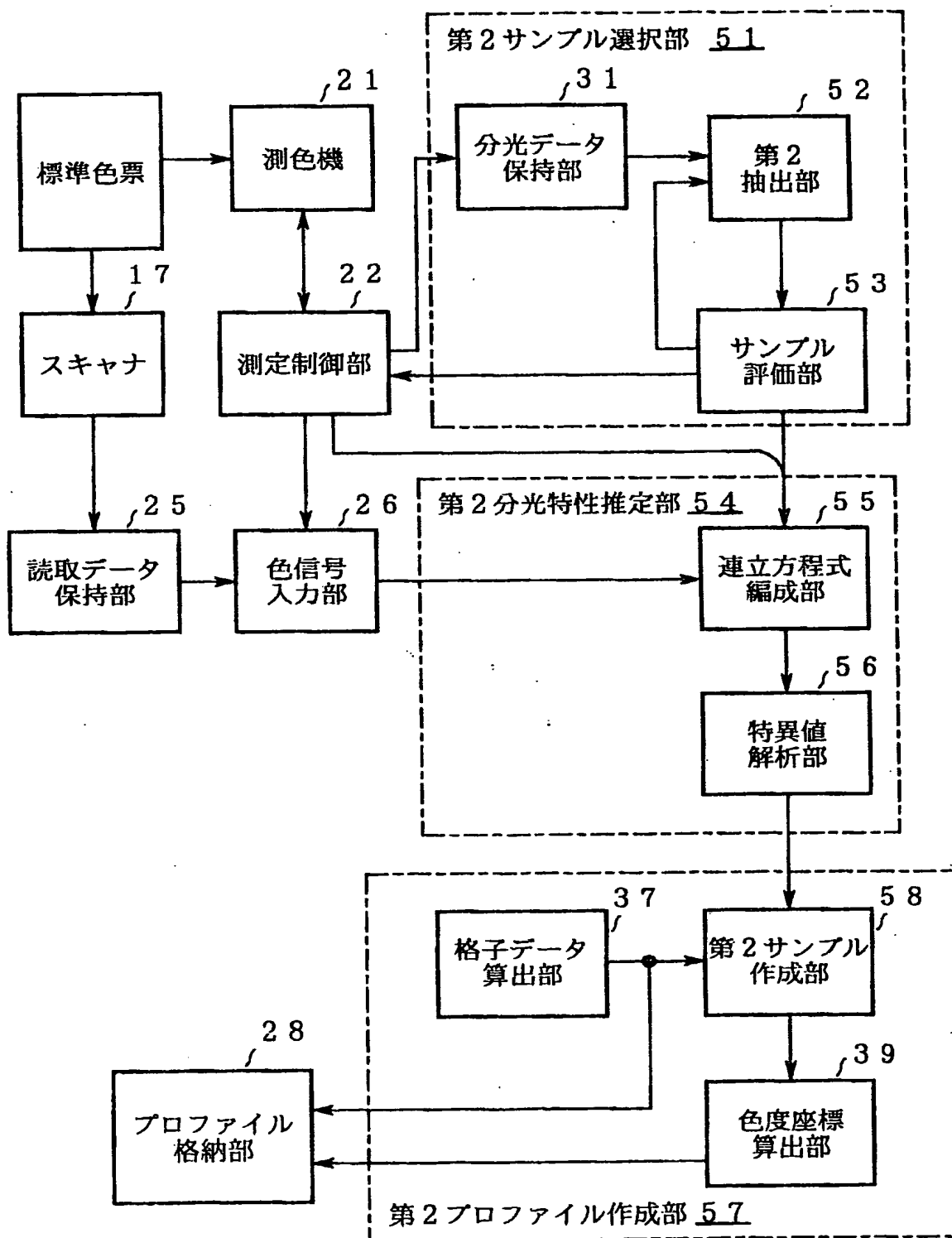


# 第9図



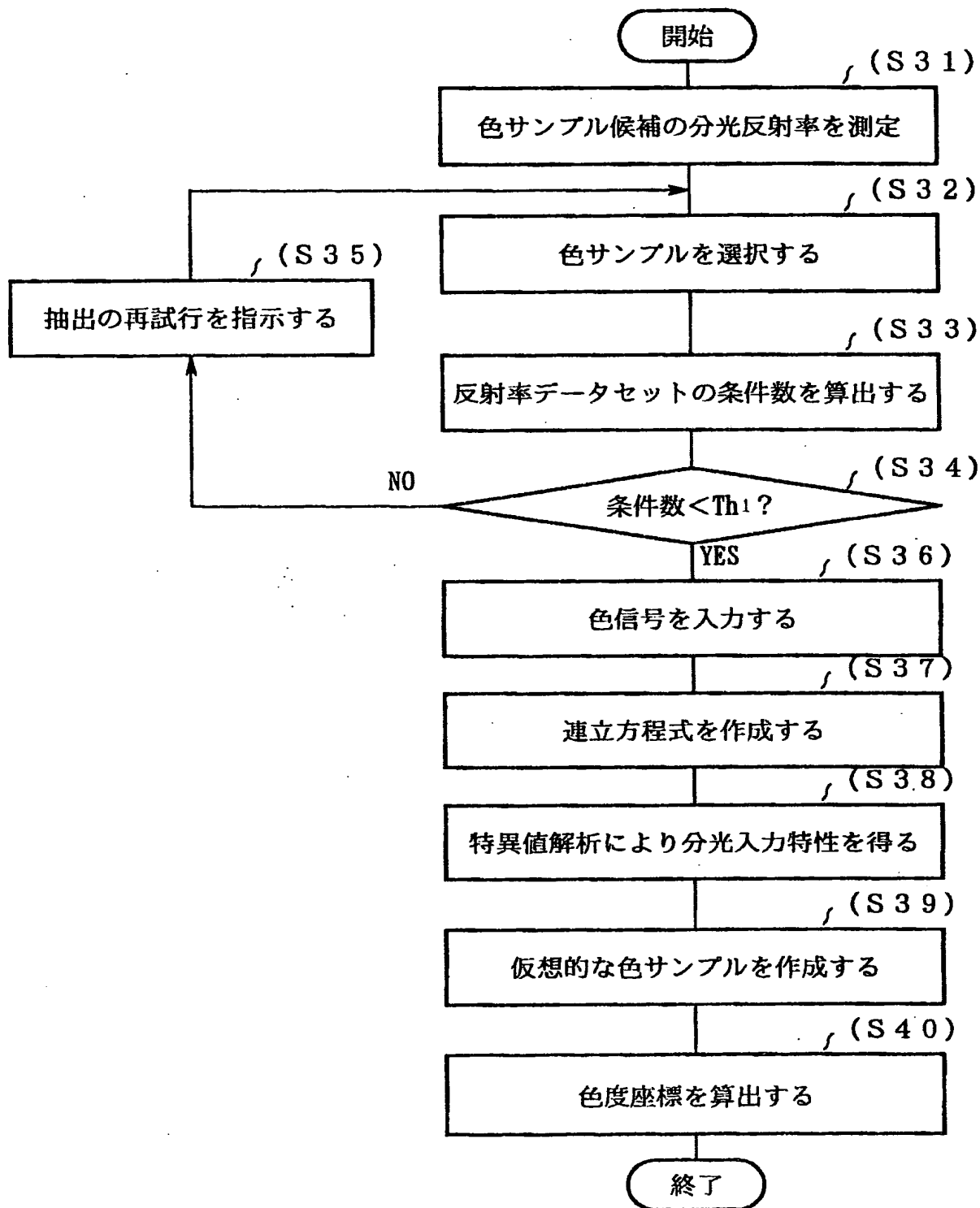
10/18

第10図



11/18

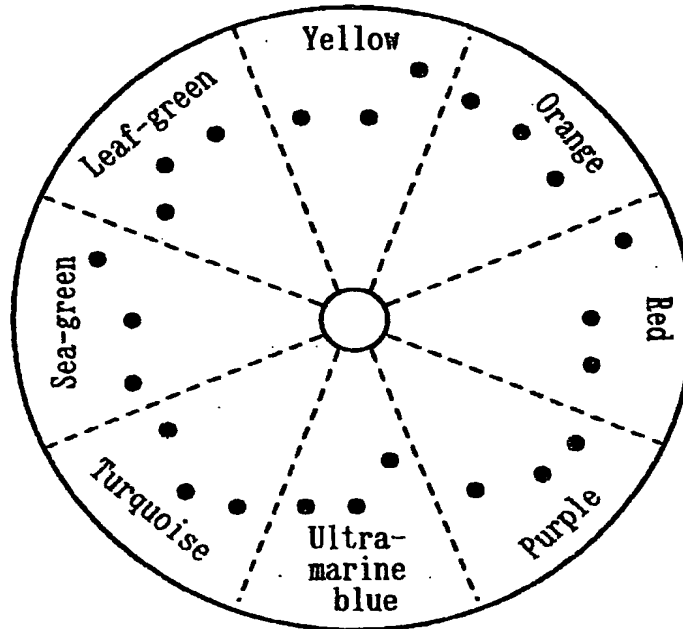
第 1 1 図



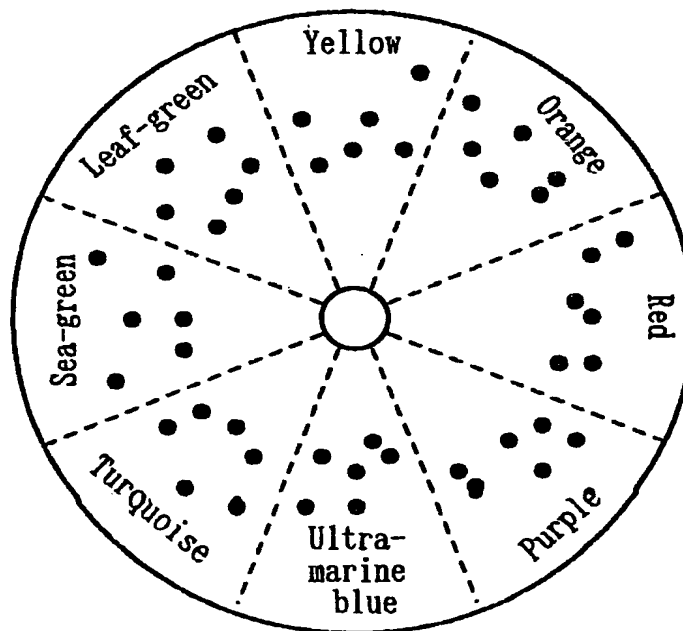
12/18

第 1 2 図

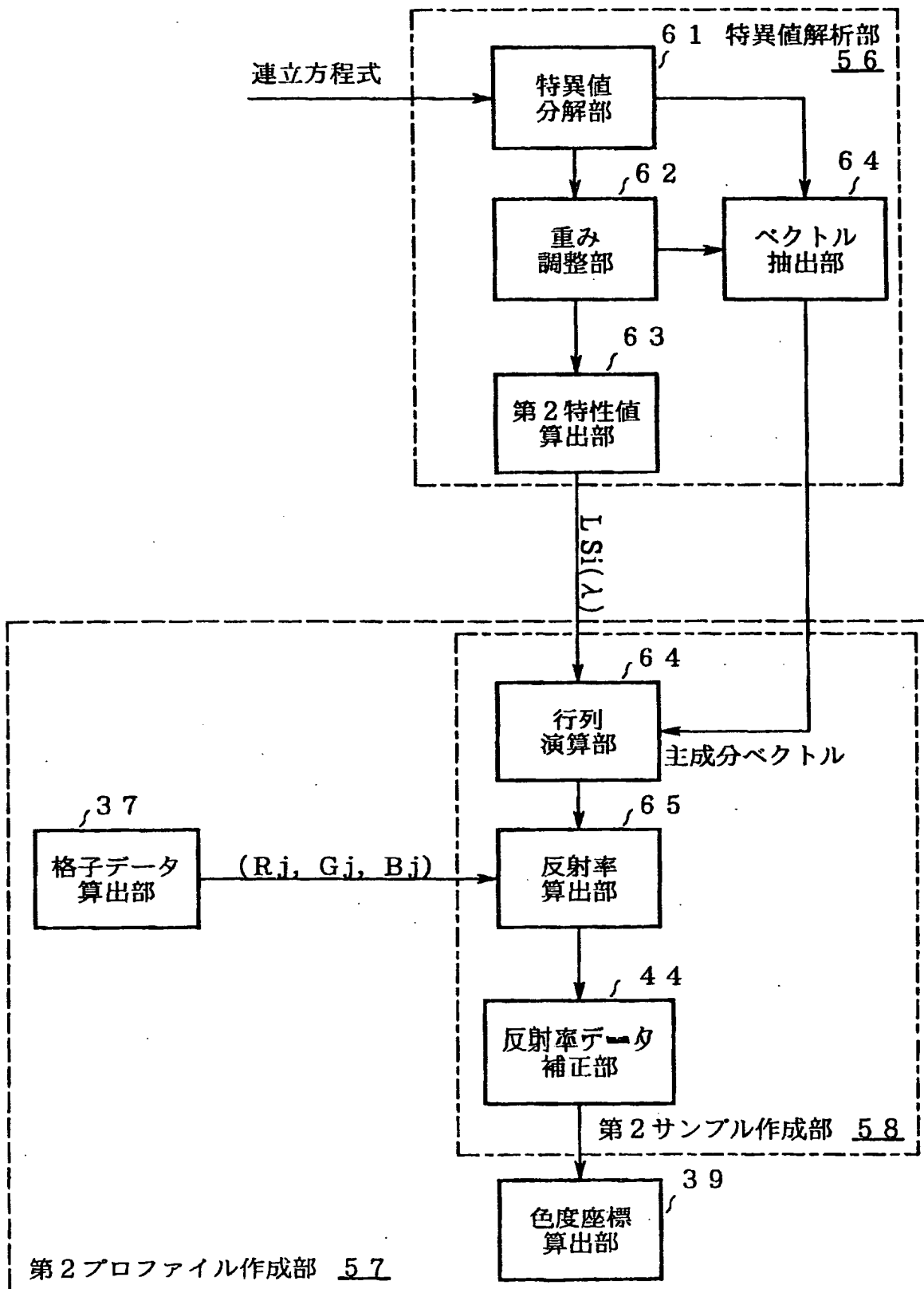
(a)



(b)

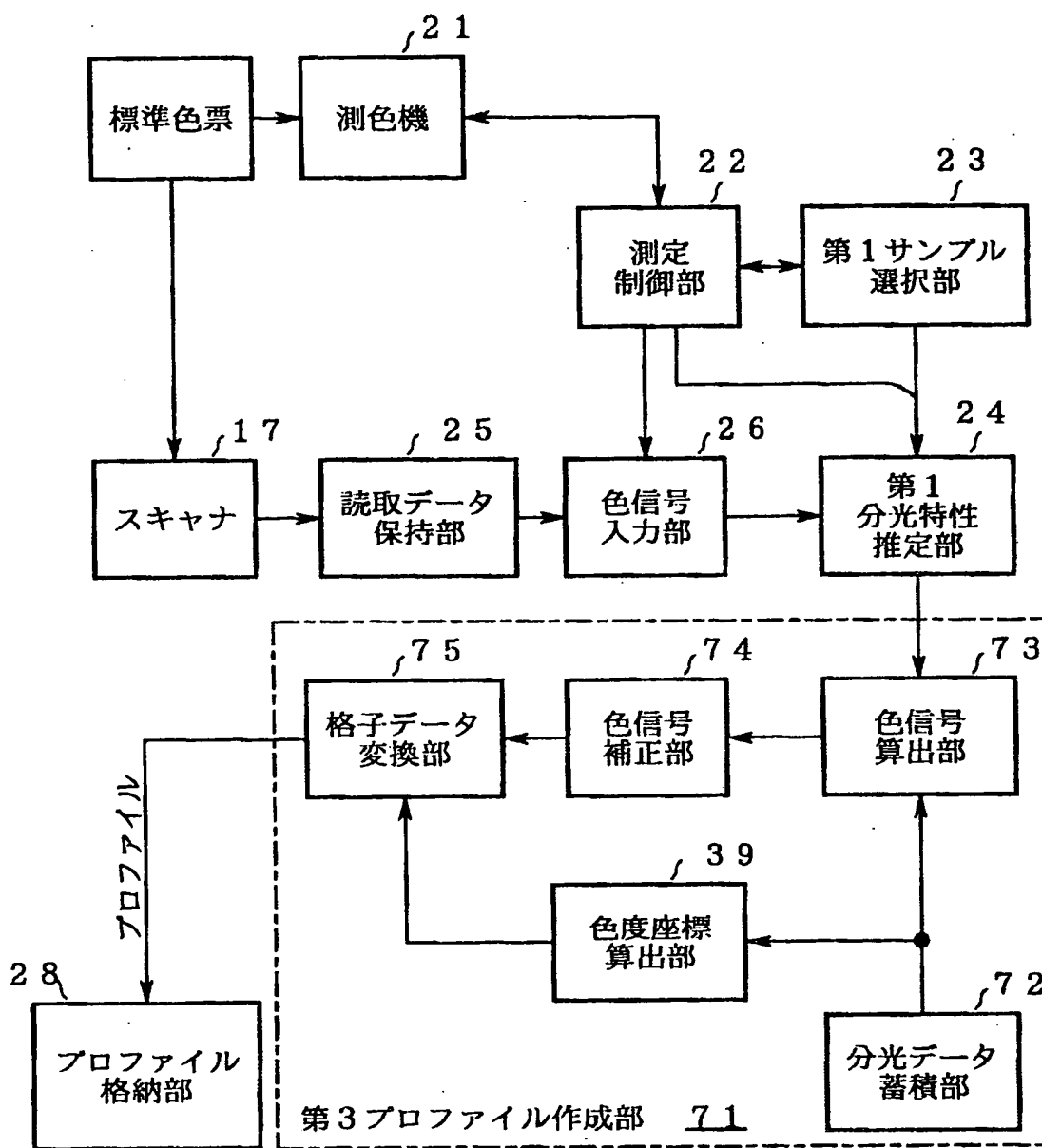


第13図

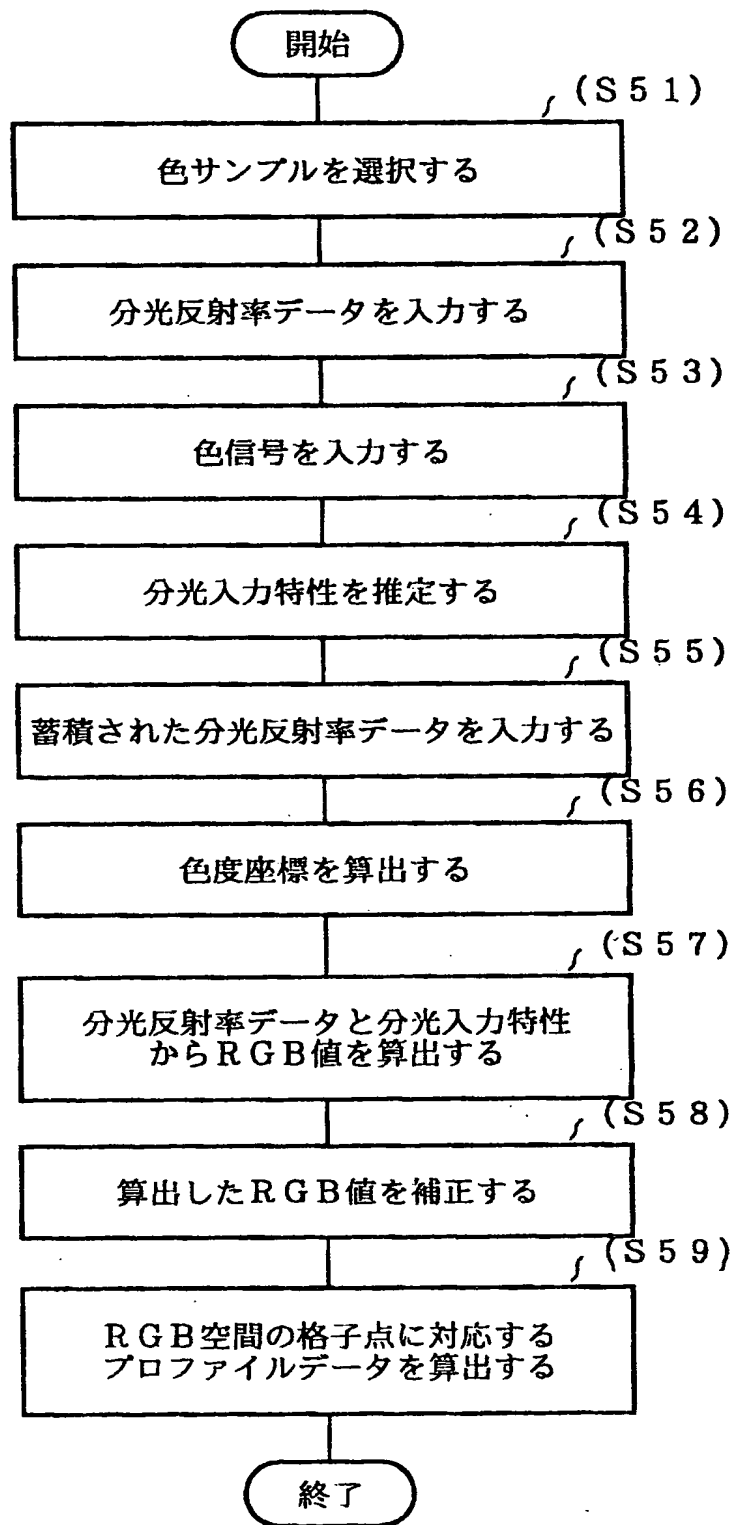


14/18

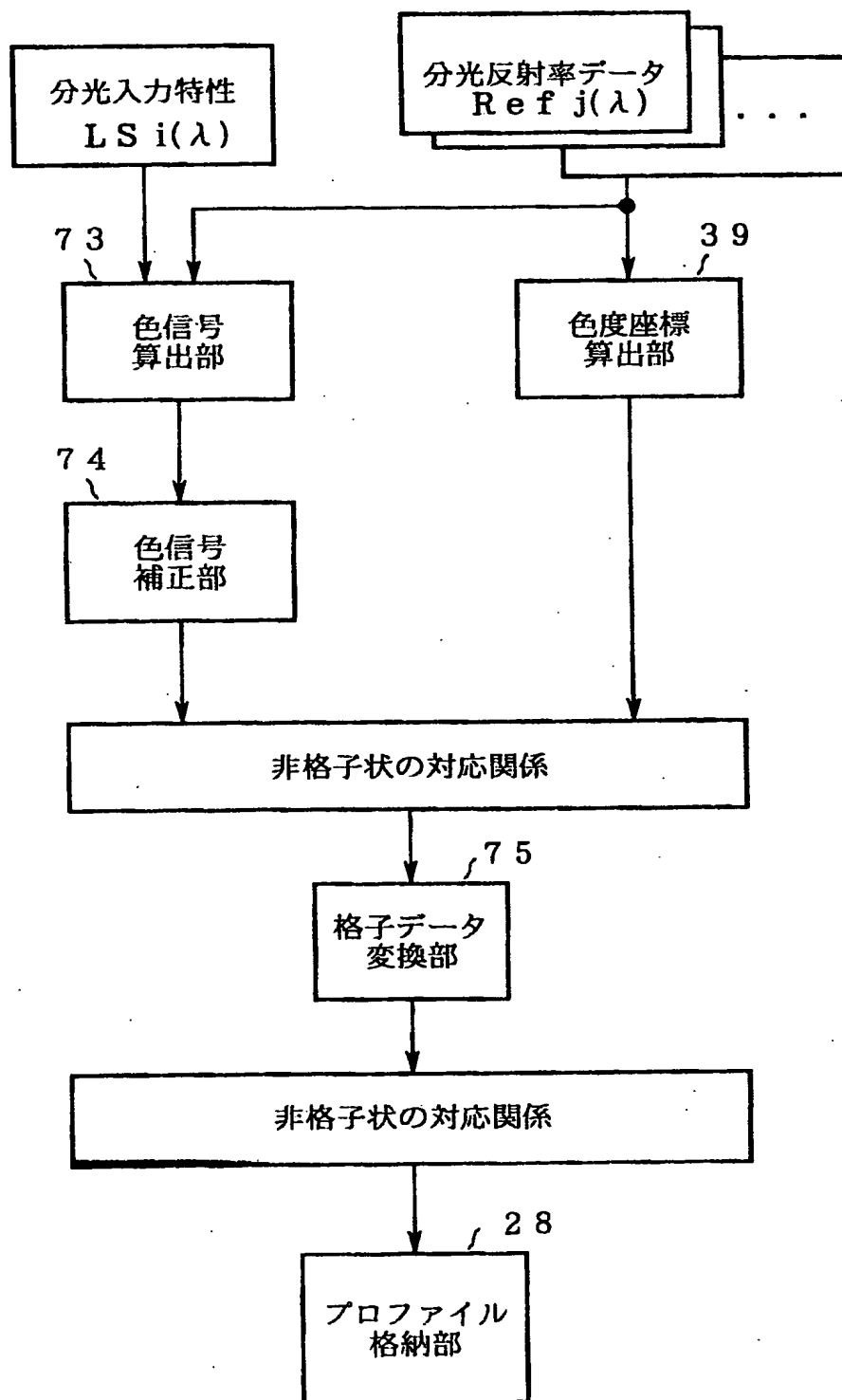
第 1 4 図



# 第15図

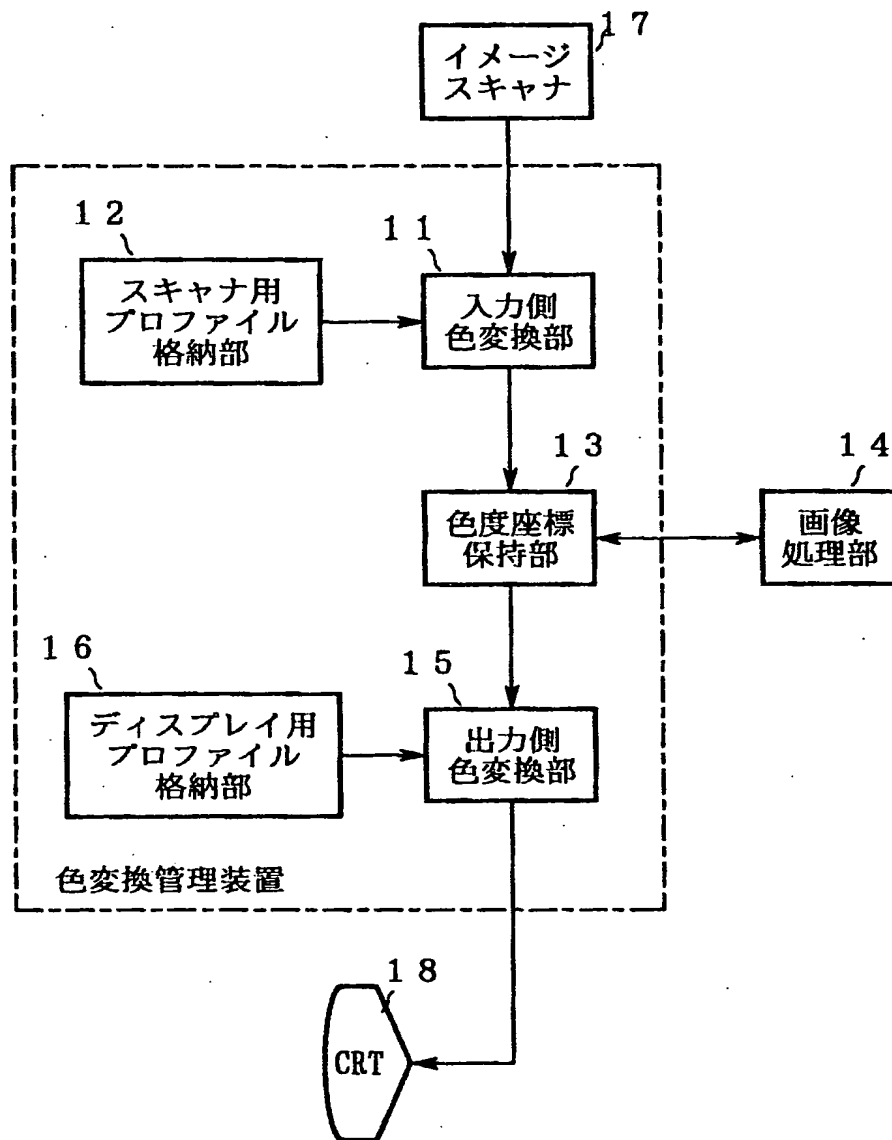


第16図



17/18

第 1 7 図



18/18

第 1 8 図

